

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

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

90. Jahrgang

1. Juni 1935

Heft 11

Fachheft:

## Schweden.

*Zu den neuen Mitgliedern, die dem Verein Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen vor nunmehr sechs Jahren beigetreten sind, und durch ihren Beitritt zu einer wesentlichen Erweiterung des Vereins beitrugen, so daß der Name „Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen“ zum „Verein Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen“ umgewandelt wurde, gehört auch Schweden.*

*Nicht erst seit diesem formellen Beitritt, sondern schon früher hat Schweden wertvolle Mitarbeit an der Vereinstätigkeit geleistet, war es doch auch berufen, dank seiner reichen Schätze an weißer Kohle auf dem Gebiet der Bahnelektrisierung bahnbrechend mit voranzugehen. Die Zugehörigkeit und Verbundenheit mit dem Verein, insbesondere auch mit seiner dem technischen Fortschritt dienenden Tätigkeit, zu bekunden, hat die Generaldirektion der Schwedischen Staatsbahn den T. A. eingeladen, seine diesjährige Tagung am 28./29. Mai auf ihrem Boden, in der schönen Weltstadt Stockholm, zu halten. Mit Freuden folgten die Vertreter des Vereins dieser Einladung in das gastliche Land. — Dem „Organ“ ist die Aufgabe zugefallen, dieses Tages mit einer besonderen Nummer zu gedenken; die Generaldirektion hat die Schriftleitung durch Übergabe interessanten Stoffes in die Lage versetzt, über Neues und Bemerkenswertes aus verschiedenen Gebieten der schwedischen Eisenbahntechnik den Leserkreis des Organs zu unterrichten. Hierfür sei ihr an dieser Stelle besonders gedankt. Möge das Heft eine freundliche Aufnahme finden!*

*Die Schriftleitung.*

### Die Elektrisierung der Schwedischen Staatsbahnen.

Von Direktor J. Öfverholm, Stockholm.

Die Bahnlänge sämtlicher Schwedischen Eisenbahnen war am Ende des Jahres 1933 16543 km, wovon 7427 km auf Staatsbahnen und 9116 km auf Privatbahnen entfallen.

Der Verkehr betrug im Jahre 1933 auf den Staatsbahnen 35606000 Zugkilometer und 959138000 Wagenachskilometer, was im Mittel 5018 Zugkilometern und 135174 Wagenachskilometern für 1 Kilometer Strecke und 1 Jahr entspricht. Im gleichen Jahr war der Verkehr der schwedischen Privatbahnen 36326000 Zugkilometer und 619590000 Wagenachskilometer, entsprechend im Mittel 3889 Zugkilometer und 66330 Wagenachskilometer für den Streckenkilometer und das Jahr, oder ungefähr die Hälfte des Verkehrs der Staatsbahnen, berechnet in Wagenachskilometern.

Gemäß Beschluß von Regierung und Reichstag sollen vor Ende des Jahres 1937 insgesamt 3237 km von den Staatsbahnen elektrisiert werden, entsprechend 43,6% der Gesamtlänge des Staatsbahnnetzes. Von diesen waren schon am Anfang des Jahres 1935 2135 km in elektrischem Betrieb. Die Staatsbahnstrecken, die jetzt elektrisiert werden, sind die mit dem stärksten Verkehr, gemäß den Verkehrszahlen des Jahres 1933 haben diese Strecken daher nicht weniger als 70% der Gesamtzahl Zugkilometer und 79% der Gesamtzahl Wagenachskilometer.

Weitere 1233 km der Staatsbahnstrecken sind für die Elektrisierung in Aussicht genommen. Falls diese zusätzliche Elektrisierung ebenfalls zustande kommt, würden insgesamt 60% des ganzen Staatsbahnnetzes in elektrischen Betrieb übergehen, wobei nicht weniger als 82% des Verkehrs in Zugkilometern und 90% in Wagenachskilometern elektrisch betrieben werden würden. Von dem Staatsbahnnetz würden in diesem Fall nur 40% im Dampfbetrieb bleiben. Diese Linien haben aber einen sehr geringen Verkehr, nur 18% des

Gesamtverkehrs in Zugkilometern und 10% in Wagenachskilometern nach den Verkehrszahlen von 1933.

Berechnet in Wagenachskilometern für den Streckenkilometer und das Jahr, wird dabei der mittlere Verkehr für die Strecken, die in elektrischem Betrieb oder im Bau sind, zusammen mit den für die Elektrisierung in Aussicht genommenen, 50% höher als der durchschnittliche Verkehr des ganzen Staatsbahnnetzes, und für die übrigen Linien nur ein Viertel dieses Verkehrs bzw. ein Sechstel des Verkehrs der künftigen elektrischen Strecken.

Der Energieverbrauch für den Zugbetrieb der elektrisierten Linien betrug während des Jahres 1934 260 Millionen kWh. Wenn das jetzige Elektrisierungsprogramm zu Ende geführt ist, wird dieser Verbrauch auf 430 Millionen kWh für das Jahr steigen, wobei als Höchstleistung ungefähr 100000 kW für den Bahnbetrieb erforderlich sind. Wenn für sämtliche Bahnen des Landes elektrischer Betrieb eingeführt werden sollte, würde sich der Energieverbrauch für den Bahnbetrieb auf rund 830 Millionen kWh für das Jahr erhöhen, als Höchstleistung würden dabei 210000 kW erforderlich sein.

Die Wasserkräfte des ganzen Landes können nach Berechnungen 32 Milliarden kWh für das Jahr liefern bei einer Maximalleistung von 6,5 Millionen kW. Hiervon wurden im Jahre 1934 6,05 Milliarden kWh bei einer Maximalleistung von 1,42 Millionen kW ausgenutzt. Im Verhältnis zur verfügbaren Wasserkraft des Landes ist also, wie aus dem Oben erwähnten hervorgeht, der Energiebedarf für den Zugbetrieb sämtlicher schwedischen Eisenbahnen sehr gering — nur 2,6% der kWh und 3,2% der kW.

Die Elektrisierung des schwedischen Staatsbahnnetzes hat schon im Jahre 1905 mit einer Versuchsanlage, die während der Jahre 1905 bis 1907 in Betrieb war, begonnen. Die erste

Anlage für den normalen Dienst wurde im Jahre 1915 in Betrieb gesetzt. In der Folge wurde ein Teil der sogenannten

Erzbahn im nördlichsten Teil des Landes elektrisiert. Die Elektrifikation der ganzen Erzbahn wurde im Jahre 1923 fertiggestellt\*), wie auch aus nachstehender Übersicht hervorgeht. Im Jahre 1926 wurde die Elektrisierung der Strecke Stockholm—Göteborg beendet. Dann trat eine Pause in den Elektrisierungsarbeiten bis 1931 ein. Von da ab aber wurde die Elektrisierung wieder bedeutend beschleunigt — nicht weniger als 50 Gleiskilometer für den Monat sind im Mittel elektrisiert worden — und wird in diesem Ausmaß gemäß dem jetzigen Beschluß der Staatsbehörden bis Mitte des Jahres 1937 fortgesetzt.

Wie aus der nachstehenden Übersicht hervorgeht wird die Elektrisierung in folgenden sechs Stufen ausgeführt.

1. Die Erzbahn in Nordschweden, die Strecke Svartön—Lulea—Gällivare—Kiruna—Riksgränsen nebst Nebenstrecken an den Erzfeldern.
2. Die Strecke Stockholm—Göteborg, das große Transportband durch Schweden zwischen den beiden obenerwähnten Städten.
3. Die Strecke Stockholm—Malmö, die Verbindungsstrecke nach Süden, und zwar die Strecken:
  - a) Järna—Åby—Mjölby—Nässjö—Hässleholm—Malmö.
  - b) Katrineholm—Åby,
  - c) Örebro—Hallsberg—Mjölby,
  - d) Falköping—Nässjö,
  - e) Arlöv—Lomma,
  - f) Malmö—Trälleborg.
4. Die Strecke Stockholm—Änge, umfassend die Strecken
  - a) Stockholm—Krylbo—Änge und
  - b) Örebro—Krylbo.
5. Die Strecke Göteborg—Malmö, enthaltend die Strecken
  - a) Lomma—Ängelholm—Veinge—Göteborg und
  - b) Hälsingborg—Ängelholm.
6. Die Elektrisierungsergänzung I, enthaltend die Strecken
  - a) Åstorp—Mölle,
  - b) Hässleholm—Veinge,
  - c) Laxå—Charlottenberg,
  - d) Södertälje—Eskilstuna,
  - e) Uppsala—Gävle.

\*) Vergl. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1923, S. 218 u. 243.

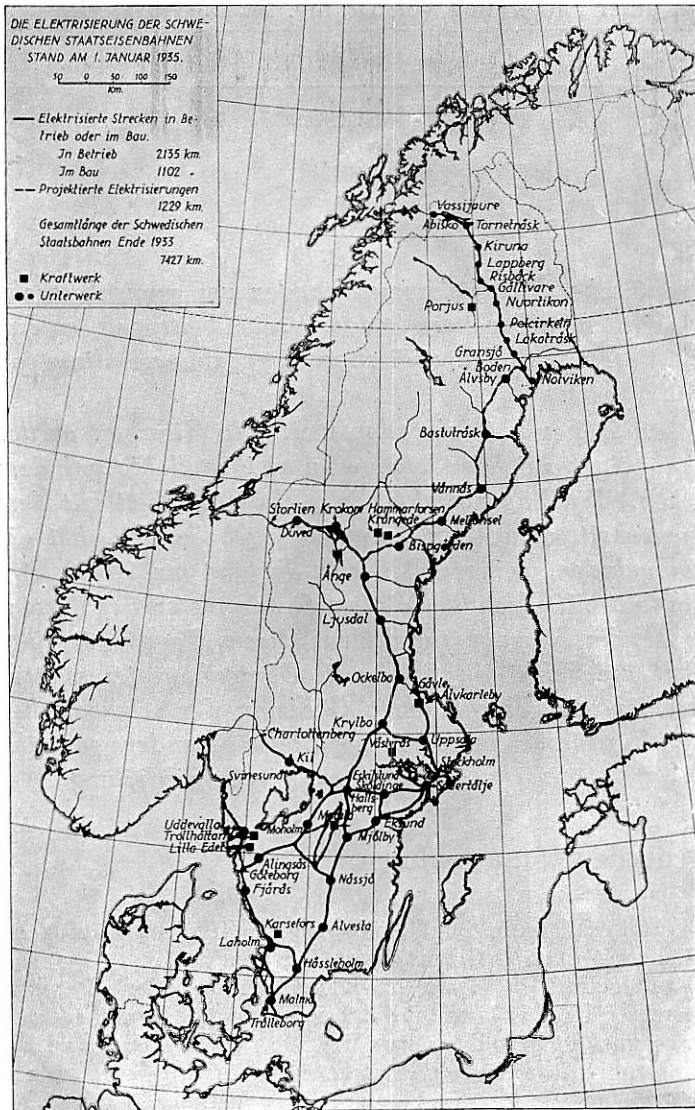


Abb. 1. Karte von Schweden mit den Staatsbahnen.

Die Elektrisierung der Schwedischen Staatseisenbahnen.

Elektrisierte Strecken	Die Erzbahn						Insgesamt
	Stockholm—Göteborg	Stockholm—Malmö	Stockholm—Änge	Göteborg—Malmö	Elektrisierungsergänzung I		
Baujahr . . . . .	1916—1922	1923—1926	1931—1933	1933—1935	1934—1936	1935—1937	
Elektrisierte Bahlänge . . . . . km	451	459	862	617	316	526	3231
Elektrisierte Gleislänge. . . . . km	599	880	1624	935	515	759	5312
Anzahl elektrischer Lokomotiven. . . . .	67	64	105	80	43	42	401
Kosten für die Elektrisierung							
Übertragungsanlagen . . . . . Millionen Schwed. Kronen	28,540	19,630	28,500	20,900	11,800	14,030	123,400
Änderungen der Leitungen für Telegraphen, Telephon, Beleuchtung, Signale und von Gleisen und Brücken . . . . . „	1,380	10,230	13,200	10,900	5,630	7,200	48,540
Lokomotiven u. a. . . . . „	21,160	14,740	21,800	17,700	9,720	8,640	93,760
Summe . . . . . „	51,080	44,600	63,500	49,500	27,150	29,870	265,700
Energieverbrauch für das Jahr Millionen kWh	95,000	75,000	125,000	70,000	35,000	30,000	430,000

Der Strom für die Erzbahn wird im Kraftwerk als Einphasenstrom geliefert. Die elektrische Energie für die übrigen Strecken wird als Drehstrom, 50 Perioden, 6,300 Volt Spannung an den Umformerwerken geliefert.

Wie aus der Übersicht ersichtlich ist, betragen die Kosten für Durchführung des ganzen Elektrisierungsprogramms 265,7 Millionen Kronen.

Die Systemfrage für die Elektrisierung der Schwedischen Staatseisenbahnen ist bei verschiedenen Gelegenheiten von Sachverständigen untersucht worden, aber bei allen diesen Gelegenheiten hat es sich herausgestellt, daß das Einphasensystem den schwedischen Verhältnissen am besten entspricht. Die oben angeführten Elektrisierungen sind daher alle für niederfrequenten Einphasenstrom mit 16000 Volt Fahrleitungsspannung ausgeführt worden.

Es gab aber auch andere wichtige Fragen zu lösen, unter anderen die Frage der Ausführung der elektrischen Übertragungsanlagen. Dabei mußte zuerst untersucht werden, wie man am zweckmäßigsten die für die Elektrisierung erforderliche Energie erzeugen und auf die Fahrleitungen des Bahnnetzes übertragen sollte, und welche Anordnungen anzuwenden wären, um Störungen in den an den Eisenbahnstrecken entlang führenden Schwachstromleitungen zu vermeiden.

Die für den elektrischen Betrieb der Erzbahn erforderliche elektrische Energie wird von besonderen Stromerzeugern im Porjus Kraftwerk erzeugt als 15periodischer Einphasenstrom, der auf 80000 Volt Spannung heraufgespannt und mit besonderen für den Bahnbetrieb gebauten Übertragungsleitungen zu 13 Transformatorstationen geleitet wird, die in einem mittleren Abstand von 35 km längs der 434 km langen Bahnstrecke liegen. In diesen Transformatorstationen wird die Spannung auf die für die Fahrleitung erforderliche Spannung von 16000 Volt herabgespannt.

Die für den elektrischen Betrieb der übrigen Strecken erforderliche elektrische Energie wird aus den für die allgemeine Kraftversorgung verwendeten Übertragungsleitungen für hochgespannten Drehstrom entnommen. In Umformerwerken wird die vorhandene dreiphasige elektrische Energie umgeformt in den für das Bahnnetz erforderlichen niedrigfrequenten Einphasenstrom von 16000 Volt Spannung. Um die Umformung zu erleichtern wurde in diesen Fällen für den Einphasenstrom die Frequenz  $16\frac{2}{3}$  gewählt. Der mittlere Abstand zwischen den Speisepunkten für das Bahnnetz (die Umformerwerke) beträgt in diesen Fällen rund 100 km, der größte Abstand zwischen zwei Umformerwerken ist 160 km.

Die Stromversorgungsanlagen für den elektrischen Betrieb der Erzbahn und für die weitere Elektrisierung sind also sehr verschieden. Im ersteren Fall sind besondere Stromerzeuger im Kraftwerk, besondere Übertragungsleitungen und Transformatorstationen nebst den erforderlichen Fahrleitungen ausgeführt worden. Für die weitere Elektrisierung sind nur Umformerwerke und die erforderlichen Fahrleitungen errichtet worden, für diese letzteren Anlagen sind daher die Kosten bedeutend niedriger. Als die Elektrisierung der Erzbahn ausgeführt wurde, kannte man noch nicht die technischen zur Kostenverminderung beitragenden Möglichkeiten, besonders die Einrichtungen, Störungen in den Schwachstromleitungen zu vermeiden.

Durch eine erfolgreiche Forschungsarbeit in den Jahren 1920 bis 1923 wurde die Störungsfrage gelöst, und für die Elektrisierung Stockholm—Göteborg konnten die neuen Anordnungen — Rückleitung und Saugtransformatoren — benutzt werden. Das Ergebnis war dabei so gut, daß man später den Abstand zwischen den Saugtransformatoren auf rund 5 km — d. h. ungefähr viermal so groß wie anfangs — heraufsetzen konnte. Bei der Erzbahn konnte man wegen der Störungen nur Fahrleitungen bis zu 30 km Länge einseitig speisen. Bei dem neuen System ist die Länge der einseitig gespeisten Fahrleitung nach dieser Richtung unbegrenzt, und

Strecken bis zu 160 km Länge sind im praktischen Betrieb ohne Störungen im Betrieb.

Die Umformerwerke wurden zuerst mit ortsfesten rotierenden Umformern ausgeführt, elf solche Umformerwerke sind in Betrieb. Die weiteren nach dem gegenwärtigen Elektrisierungsstande nötigen zehn Umformerwerke erhalten fahrbare rotierende Umformer, und auch die zuerst gebauten Umformerwerke erhalten solche als Reserve.

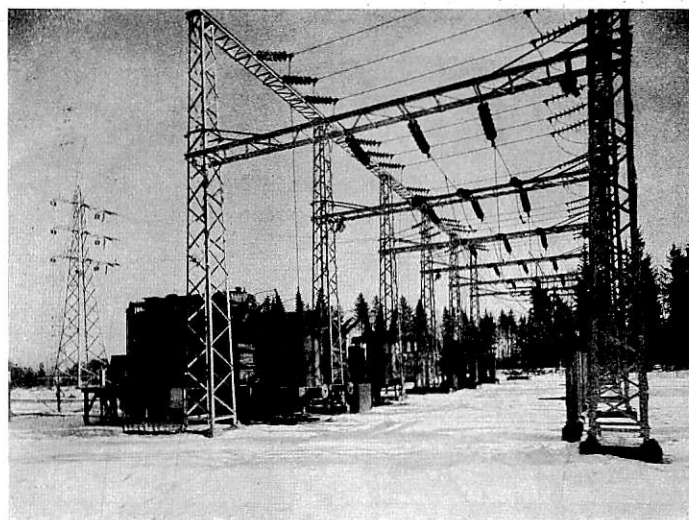


Abb. 2. Freilufttransformatorstation bei Krylbo mit fahrbaren Transformatoren. Abspannung von 130 000 und 70 000 auf 6300 Volt.

Außen- und Innenansichten der beiden Typen der Umformerwerke zeigen die Abb. 2 bis 3. Die neueren Umformerwerke sind nur eine Art Schuppen.

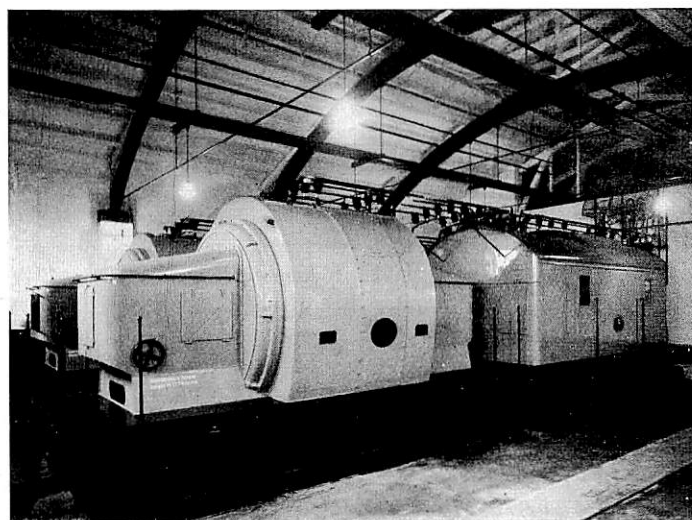


Abb. 3. Innenansicht der Umformerstation bei Uppsala. Die fahrbaren Umformer wiegen 126t. Sie haben sieben Achsen mit je 18t.

Die Umformer, sowohl die stationären als auch die fahrbaren, sind sämtlich in der Leistung gleich. Sie sind aus einem synchronen Drehstrommotor für 6300 Volt, 50 Perioden und einem synchronen Einphasengenerator für 3000 Volt,  $16\frac{2}{3}$  Perioden, jeder mit seinem Erreger, zusammengesetzt. Zur Erhöhung der Einphasenspannung von 3000 auf 16000 Volt dient ein besonderer Transformator, der bei der fahrbaren Anordnung ebenfalls in einem Wagen untergebracht ist. Auf der Einphasenseite liefern diese Umformer je 3000 kVA normal und 6000 kVA maximal.

Für die Erzbahn wird die Energie vom Generator im Kraftwerk geliefert, und die Messung des Stromes bietet in diesem Falle daher keine Schwierigkeit. Für die weitere Elektrisierung wird die elektrische Energie an die Umformerwerke als Drehstrom mit 50 Perioden, 6300 Volt geliefert, die Staatsbahn nimmt also Strom aus dem allgemeinen Versorgungsnetz und ist zur Zeit sogar der größte Stromabnehmer in Schweden; sie hat daher das Recht, den Strom so billig wie möglich zu erhalten. Der Staatsbahn wurde daher auch ein besonderer Stromtarif eingeräumt. Nach diesem wird folgendes bezahlt:

1. Ein jährlicher Grundbetrag zur Deckung der Übertragungs- und Umspannungskosten, dazu
2. für die Grundlast 97,50 schwedische Kronen je Kilowatt, und für
3. die Spitzenlast 35,00 schwedische Kronen je Kilowatt und 0,025 schwedische Kronen je Kilowattstunde.

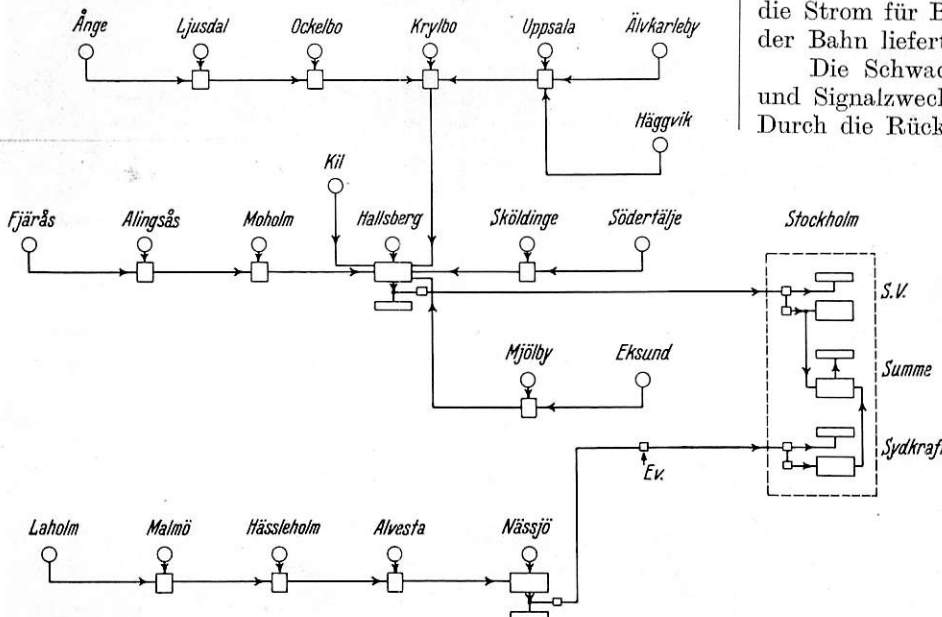


Abb. 4. Anordnung zum Messen des Stromes für die Strecken südlich von Ånge. Jedes Umformerwerk hat einen Kilowattstundenzähler mit Kontaktgeber. Von diesem werden Stromimpulse durch Drähte im Schwachstromkabel an eine Zentralstelle, z. B. Hallsberg, gesandt, wo sie summiert werden. Um zu vermeiden, daß mehr als ein Drahtpaar im Kabel für diesen Zweck nötig wird, sind Summierungsinstrumente in den meisten Umformerwerken angeordnet. Jeder Stromimpuls entspricht 50 oder in einigen Fällen 100 Kilowattstunden.

Auch in Nässjö befindet sich eine Zentralstelle für Summierung der Impulse von den fünf Umformerstationen im südlichsten Schweden, die Strom von einer Privat-Gesellschaft „Sydkraft“ bekommen.

Alle anderen Umformerwerke erhalten den Strom von den staatlichen Kraftwerken „S. V.“.

In Stockholm ist eine Summierungsanordnung, die die Gesamtsumme liefert. Die Summierungsanordnung in Hallsberg gibt den Stromverbrauch in Kilowattstunden sowohl für die ganze Last wie für die Spitzenlast allein. Sie gibt auch den Maximalwert der Viertelstundenmittelwerte der Belastungen und eine Kurve, die Dauerkurve der Belastung. Die Grenze zwischen Grundlast und Spitzenlast wird jedes Jahr von den Staatsbahnbehörden bestimmt.

Der mittlere Preis für das Jahr 1934 errechnete sich gemäß diesem Tarif zu 2,4 Öre je Kilowattstunde. Die Messung des Stromverbrauches bot in diesem Falle große Schwierigkeiten, besonders wegen der Tarifbestimmungen. Durch eine Meßanlage, deren Anordnung aus der Abb. 4 hervorgeht, wurde diese Aufgabe gelöst.

Die Anordnung der Fahrleitungen geht aus den Abb. 5 bis 6 hervor. Die Leitungen bestehen aus Tragdraht von 50 mm<sup>2</sup> Querschnitt und Fahrdraht von 80 mm<sup>2</sup>, beide aus Kupfer und beide zusammengekuppelt und mit

Spanngewichten automatisch nachgespannt. Die Ausleger zum Tragen der Leitungen sind aus Stahlrohren, leicht beweglich in der Längsrichtung der Bahn, ausgeführt. Der Durchhang des Fahrdrahtes wird deswegen bei allen Temperaturverhältnissen konstant gehalten und zwar 6 cm, bei normalem Mastabstand von 60 m. Die Erfahrung hat ergeben, daß ein vollständig horizontaler Fahrdraht weniger vorteilhaft ist. Die Fahrleitungen sind in Abschnitte von 1200 bis 1400 m eingeteilt, die voneinander unabhängig isoliert und abgespannt werden. Zwischen zwei Abschnitten ist eine Streckenisolation angeordnet, die normal von einem Streckenschalter kurzgeschlossen ist, und durchschnittlich bei jeder vierten solchen Streckenisolation ist ein Saugtransformator eingebaut.

An der Seite der Bahn ist eine Rückleitung aus Kupfer von 130 mm<sup>2</sup> Querschnitt isoliert an den Masten aufgehängt, und oben auf den Fahrleitungsmasten wird eine einphasige Hochspannungsleitung für 10000 Volt, 50 Perioden verlegt, die Strom für Beleuchtung, Signale und andere Zwecke längs der Bahn liefert.

Die Schwachstromleitungen für Telephon-, Telegraphen- und Signalzwecke sind in Kabeln in den Bahndamm verlegt. Durch die Rückleitung und die Saugtransformatoren wird erreicht, daß keine störenden Spannungen in diesen Kabeln entstehen.

Die ersten elektrischen Lokomotiven der Schwedischen Staatseisenbahnen, abgesehen von den vor 1910 beschafften Versuchslokomotiven, waren für die Erzbahn bestimmt und mit Rücksicht auf den schweren Erzverkehr und den verhältnismäßig schwachen Personenverkehr dieser Bahn entworfen. Wegen der damaligen ungenügenden Kenntnisse entstand eine gewisse Unsicherheit bei Aufstellung der an diese Lokomotiven zu stellenden Anforderungen, und es sind daher nicht weniger als sieben verschiedene Typen von elektrischen Lokomotiven entstanden, um die Bedürfnisse der Erzbahn zu erfüllen. Als die Strecke Stockholm—Göteborg elektrisiert werden sollte, war es daher nötig, die Frage der geeigneten Lokomotivtypen noch einmal genau zu untersuchen. Für diese Strecke waren elektrische Lokomotiven für Schnellzug-, Personenzug-, Lokalzug-, Güterzug- und Verschiebedienst nötig. Für diese Untersuchungen wurde eine Kommission von Sachverständigen, unter ihnen drei Ausländer, gebildet. In dem Gutachten dieser Kommission wurden vier verschiedene Typen von elektrischen Lokomotiven vorgeschlagen. Weitere Untersuchungen ergaben jedoch, daß es möglich wäre, mit einer Lokomotivtype sämtliche Anforderungen zu erfüllen. Diese neue, sehr zweckmäßige Type ist die jetzt allgemein verwendete Type D (Abb. 7) mit drei Triebachsen und einer Laufachse an jedem Ende.

Diese Type hat zwei Motoren, die mit Zahnradübertragung gemeinsam eine Blindwelle antreiben. Diese Blindwelle liegt fest im Lokomotivrahmen in derselben Höhe wie die Triebachsen und treibt die Triebachsen durch horizontale Kuppelstangen. Das Gewicht dieser Lokomotive ist rund 80 t, wovon 51 t als Reibungsgewicht auf die Treibräder entfallen. Die Lokomotiven haben zwei verschiedene Zahnradübersetzungen, je nachdem, ob sie für Schnellzugdienst oder für Güterzugdienst verwendet werden. Im Schnellzugdienst zieht die Lokomotive 550 t Wagengewicht

mit einer Höchstgeschwindigkeit von 100 km/Std. und im Güterzugdienst ein Wagengewicht von 900 t mit einer Höchstgeschwindigkeit von 75 km/Std. Der Umtausch der Zahnradübersetzung dauert in der Werkstatt ungefähr zwei Tage.

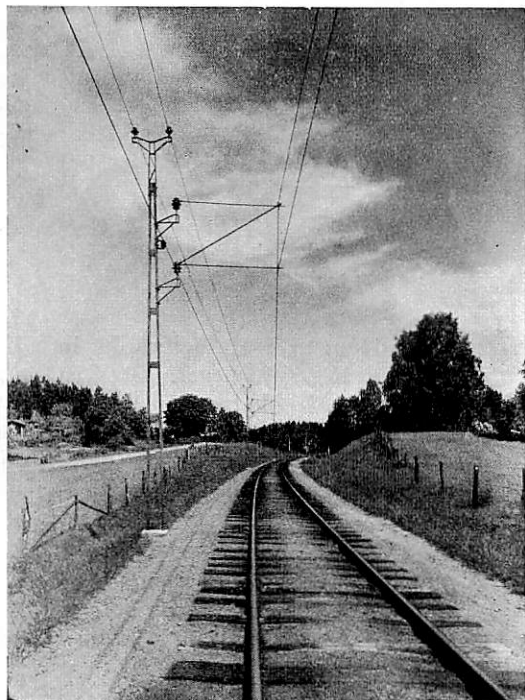


Abb. 5. Fahrleitungsanlage für eingleisige Strecke. Über dem Gleis der Fahrdraht mit Tragdraht  $80 + 50 \text{ mm}^2$  Kupfer. An den Masten die Rückleitung  $130 \text{ mm}^2$  Kupfer. Oben die zweidrähtige Beleuchtungsleitung 10 000 Volt, 50 Perioden  $2 \times 30 \text{ mm}^2$  Kupfer.

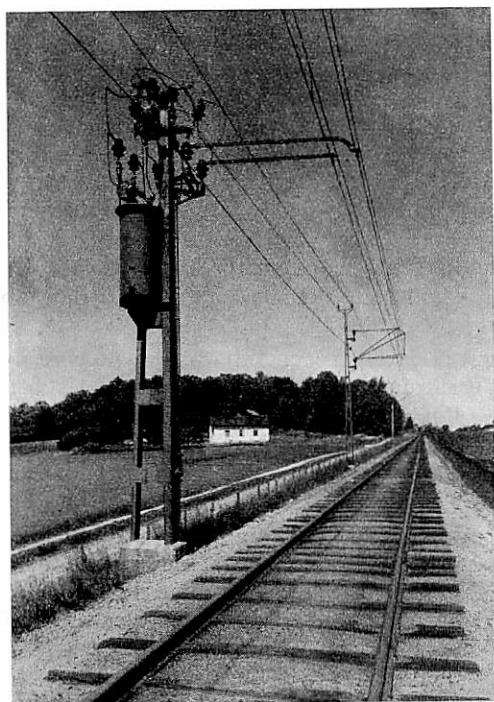


Abb. 6. Streckenabschnitt mit Saugtransformator am Mast montiert, jetzige Anordnung.

Von den 401 elektrischen Lokomotiven, die insgesamt für die bis jetzt zur Ausführung bestimmte Elektrisierung beschafft werden, werden nach der Type D nicht weniger als 268 ausgeführt. Eine so große Anzahl elektrischer Lokomotiven von einer Type ist natürlich ein außerordentliches wert-

volles Vermögen für die Schwedischen Staatsbahnen, das besondere Unterhaltungsrücksichten erfordert.

Für den Verschiebedienst waren aber diese Lokomotiven nicht ganz geeignet, besonders wegen der für diese Lokomotiven in Aussicht genommenen Einmannbedienung. Die deshalb entwickelte Type Ub mit dem gleichen Motor wie die D-Lokomotiven und mit drei gekuppelten Triebachsen erfüllt auch die durch die Einmannbedienung bedingten Erfordernisse (Abb. 8).

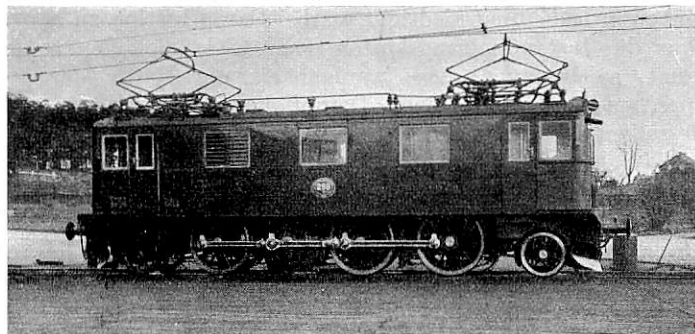


Abb. 7. Lokomotive Type D. Gewicht 80 t. Reibungsgewicht 51 t, maximale Zugkraft 17 t. In Betrieb oder im Bau 268 Lokomotiven.

Auch elektrische Triebwagen sind versucht worden, aber mit geringem Erfolg, besonders wegen der schlechten Witterungsverhältnisse in Schweden. Durch diese Versuchsausführungen sind zwar jetzt vollkommen befriedigende Resultate auf diesem Gebiet erreicht worden, so daß weitere Triebwagen für Lieferung im Jahre 1936 bestellt werden konnten. Sie erscheinen jedoch für die Verkehrsverhältnisse bei den Schwedischen Staatsbahnen nicht sehr geeignet.

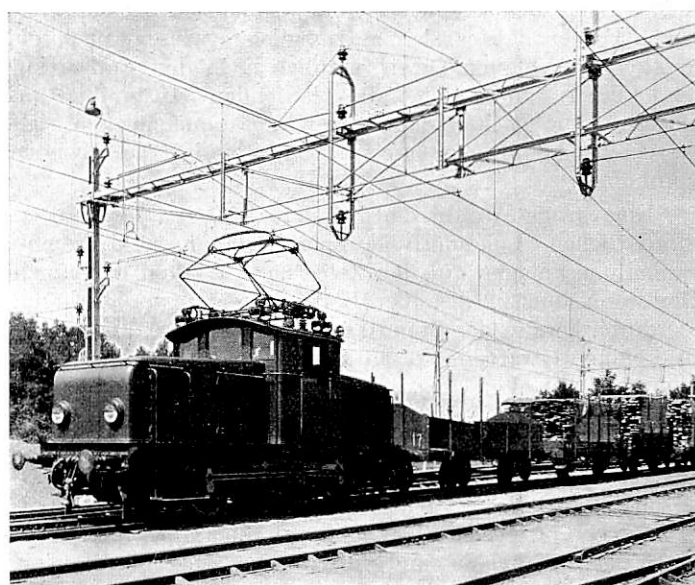


Abb. 8. Verschiebelokomotive Type Ub. Gewicht 48 t. Maximale Zugkraft 16 t. Anzahl im Betrieb und im Bau 40.

Die Elektrisierung der Schwedischen Staatseisenbahnen hatte von Anfang an den Zweck, die schwedische „weiße Kohle“ — die Wasserkraft — für den Eisenbahnbetrieb zu verwenden. Sie hat aber viel mehr geleistet. Sie gibt einen besseren und schnelleren Betrieb, und damit wird den Staatsbahnen die Möglichkeit gegeben, mit anderen Beförderungsmitteln erfolgreicher den Wettbewerb aufnehmen zu können, was gerade heute von sehr großer Wichtigkeit ist.

## Die wirtschaftlichen Vorteile der Elektrisierung.

Von Oberinspektor E. Rendahl, Stockholm.

Bei dem Vergleich der Betriebsverhältnisse und der Kosten, wie sie für die jetzige Beförderungsleistung bei Beibehaltung des Dampfbetriebs sich ergeben hätten und wie sie sich nach der Elektrisierung gestaltet haben, hat es sich ausnahmslos erwiesen, daß die Erwartungen völlig erfüllt wurden.

Die neue Betriebsform gestattet, die Zahl der Zugkraft-einheiten bedeutend niedriger als bei Dampfbetrieb zu halten. Was die Instandhaltungskosten einer Elektrolokomotive anlangt, so betragen diese weniger als die Hälfte der entsprechenden Kosten einer Dampflokomotive mit ungefähr derselben Leistung.

Die in Kilometern ausgedrückten Jahresleistungen der Elektrolokomotiven sind etwa doppelt so groß wie die der Dampflokomotiven, und zwar erstens wegen der größeren durchschnittlichen Geschwindigkeit, zweitens wegen des geringeren Bedarfs für örtliche Wartung im täglichen Dienst, drittens wegen verminderten Zeitaufwandes für Instandhaltungsarbeiten.

Die Kosten für die Lokomotivmannschaft werden bei Elektrolokomotiven im Durchschnitt wesentlich niedriger als bei Dampflokomotiven, teils weil Einmannbesetzung in großem Umfang zur Anwendung gekommen ist, teils weil die Betriebsform an und für sich eine bessere Ausnutzung des Personals gestattet, und schließlich deshalb, weil, soweit Zweimannbesetzung noch angewendet wird, der zweite Beamte auf der Lokomotive ein Beamter eines niedrigeren Dienststranges ist als der bei dem Dampfbetrieb beschäftigte Lokomotivheizer.

Bei dem elektrischen Betrieb gibt es kein Gegenstück zu den beim Dampfbetrieb notwendigen und kostspieligen Bereitschaft- und Untersuchungsarbeiten wie Aufnahme von Kohlen und Wasser, Schlackenentfernung, Anheizen, Kesselwartung usw. Ferner hat es sich als möglich erwiesen, nach einer geringen Anzahl von Orten, nämlich nach den Endstationen der Linien, praktisch alle laufenden Instandhaltungsarbeiten der Elektrolokomotiven zusammenzulegen. (Nur Verschiebelokomotiven haben ihren Standort an Zwischenbahnhöfen.)

Eine große Anzahl der bei dem früheren Dampfbetrieb erforderlichen Lokomotivschuppen mit ihren Lokomotivbehandlungsanlagen auf den Zwischenbahnhöfen hat gänzlich oder wenigstens z. T. außer Betrieb gesetzt werden können. Hierdurch konnte der Stand an örtlichem Bedienungspersonal für Lokomotivwartung wesentlich verringert werden. Ferner konnten durch den Übergang zur elektrischen Wagenheizung mehrere Dampfzentralen außer Betrieb gesetzt werden.

Einen unmittelbaren Vergleich zwischen Dampf- und elektrischem Betrieb hinsichtlich des Bedarfs an Lokomotivpersonal ergibt die Gegenüberstellung der Betriebsergebnisse für die Hauptstrecke Stockholm—Göteborg für den letzten reinen Dampffahrplan und für den ersten Elektrofahrplan, die miteinander in allem wesentlichen übereinstimmen (nur daß in letzterem die Fahrzeiten verkürzt worden sind). Das Ergebnis des Vergleiches geht aus der nachstehenden Zusammenstellung hervor.

Aus den angeführten Zahlen geht hervor, daß von der Gesamtdienstzeit bei elektrischem Betrieb ein größerer Teil für den Fahrdienst gewonnen wird als bei Dampfbetrieb. Die Zunahme der in monatlichen Zugkilometern ausgedrückten Leistungen des Lokomotivpersonals ist sehr verschieden für

Zusammenstellung.

Fahrplan bei	Per- sonal- stand im Zug- dienst	Durchschnittszahlen je Personal, Stunden pro Monat				Zug- kilo- meter pro Monat
		Fahr- zeit	Loko- motiv- wartung	Zeit vor und nach dem Zug- dienst	Ge- samt dienst zeit	
Dampfbetrieb .	137	97	39	56	192	2340
Elektrischem Betrieb . . .	118	109	18	63	190	3190

die einzelnen Zuggattungen. Sie schwankt im allgemeinen zwischen etwa 15 und 45%. (Am geringsten ist sie natürlich bei Lokalgüterzügen und Lokalpersonenzügen, weil hierbei ein erheblicher Teil der Dienstzeit für Aufenthalte und tote Zeiten an den Endbahnhöfen verbraucht wird, worauf der elektrische Betrieb selbstverständlich keinen Einfluß ausübt.)— Die gesamte Personaleinsparung bei der Maschinenabteilung beträgt etwa  $\frac{1}{3}$ .

Die vorgenannte Vereinfachung der Anlagen für die Lokomotivbehandlung hat eine Vergrößerung der Maschinenämter gestattet. Ihre Anzahl ist von 14 auf 11 vermindert worden.

Das oben Angeführte bezieht sich hauptsächlich auf die Kosten für Personal und Material bei der Maschinenabteilung. Aber auch die Personalkosten bei der Verkehrsabteilung sind von der neuen Betriebsform beeinflusst worden, und zwar dadurch, daß man beim elektrischen Betrieb die Züge — insbesondere die Güterzüge — mit einer Geschwindigkeit fahren kann, die beim Dampfbetrieb nicht denkbar wäre.

Die Elektrisierung hat außerdem den noch bestehenden Teil des Dampfbetriebs vorteilhaft beeinflusst, es konnten nämlich in großem Maß veraltete und im Betrieb verhältnismäßig kostspielige Gattungen von Dampflokomotiven ausgeschieden werden, ein Vorgang, der auch künftig noch fortgesetzt wird. Hierdurch wird eine immer mehr gleichartige Zusammensetzung des noch bestehenden Dampflokomotivbestands erzielt. Diese Vereinheitlichung hat nicht unwesentliche Vereinfachungen in der Wartung und Unterhaltung für die Lokomotiven der weiterhin noch dampfbetriebenen Linien ermöglicht.

Andererseits darf selbstverständlich nicht vergessen werden, daß die Verzinsung und die Amortisation des bei der Elektrisierung aufgewendeten Kapitals große Kosten verursachen und daß ferner die Wartung und die Instandhaltung der Stromabnehmervorrichtungen neue Ausgaben verursacht haben.

Bei einem Vergleich zwischen den Kosten für die bei der elektrischen Betriebsform verbrauchte elektrische Energie und den Kosten für die Lokomotivfeuerung bei Dampfbetrieb hat die Erfahrung gezeigt, daß 1 kWh, an der Dreiphasenseite an den Sammelschienen der Umformerwerke gemessen, ungefähr 1,3 kg Steinkohlen bei den Dampflokomotiven entspricht. Die Durchschnittstromkosten je Lokomotivkilometer sind 13 bis 14 Kronen. Die Kosten für die Stromversorgung haben bis jetzt etwa 2,6 Öre je Kilowattstunde betragen; man rechnet aber damit, daß sie nach der Beendigung der im Gange befindlichen Elektrisierungen auf 2,1 Öre abgemindert werden.

## Die „Inlandbahn“ mit Querbahnen.

Von Ingenieur G. Philip.

Die Zeit rückt immer näher, wo die Inlandbahn mit ihren Querbahnen (Abb. 1), eine nach schwedischen Verhältnissen großartige Eisenbahnverbindung, vollendet wird. Man rechnet, nämlich darauf, die Inlandbahn im Laufe des Jahres 1937 dem Betrieb übergeben zu können; die Querbahnen sind schon fertiggestellt.

Bereits am Anfang dieses Jahrhunderts wurde erwogen, eine Binnenbahn, eine Bahnstrecke durch das Land von einem Hafenplatz in der Provinz Bohuslän nach Gällivare einem Bahnhof auf der schon im Betriebe stehenden Staats-

teil werden wohl die vorausberechneten Betriebseinnahmen keineswegs die Kosten für den Betrieb decken können. Die südliche Strecke von Sveg aus konnte sich dagegen unter eisenbahnwirtschaftlichem Gesichtswinkel betrachtet selbst durchsetzen. Es wurde aber beschlossen, die letzterwähnte Bahnstrecke nicht zu bauen, sondern die Privatbahnen Kristinehamn—Orsa und Orsa—Sveg auf Staatskosten einzulösen, wodurch die gewünschte Verbindung zwischen der Inlandbahn und der Provinz Bohuslän verwirklicht wurde.

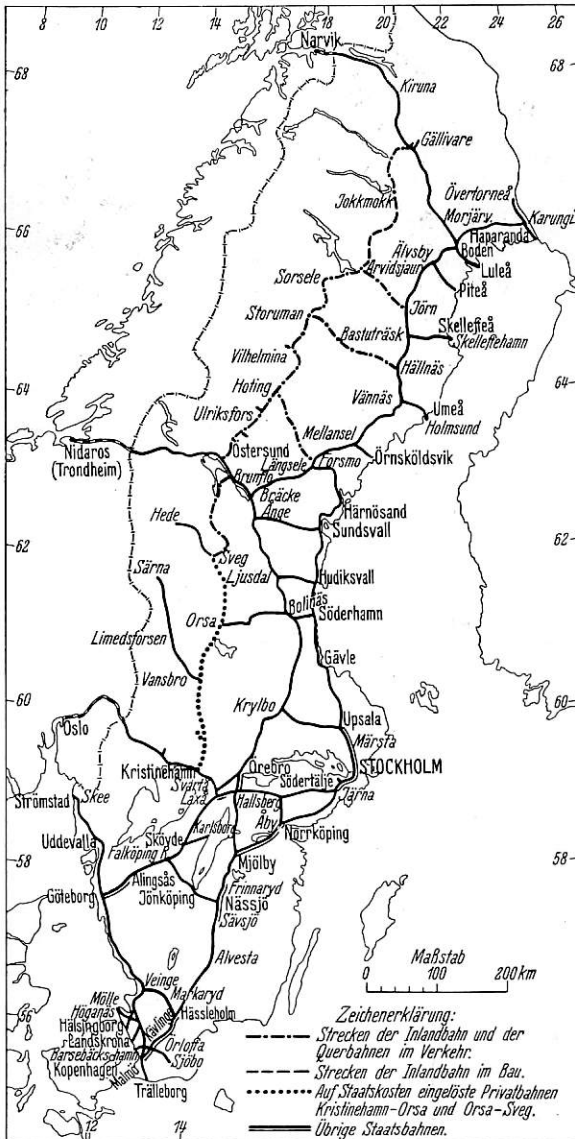


Abb. 1. Die Inlandbahn mit Querbahnen.

bahn Luleå-Riksgräns, zu bauen. Nach weitumfassenden, ausführlichen Untersuchungen und Ermittlungen wurde der Eisenbahnbau im Jahre 1907, von der Eisenbahnstrecke Östersund—Ulriksfors ausgehend, in Angriff genommen. Darauf wurden die Bahnstrecken nordwärts nach Vilhelmina und südwärts nach Sveg angelegt. Die erörterten Strecken nördlich und südlich dieser Orte haben jedoch infolge sehr verschiedener Verhältnisse einen ganz und gar verschiedenen Charakter von eisenbahnwirtschaftlichem Gesichtspunkte aus. Die nördliche Bahnstrecke von Vilhelmina nach Gällivare, nur sehr spärlich bevölkerte Ortschaften mit hartem Klima durchlaufend, sollte vorzugsweise eine Kulturbahn werden, weshalb an eine Verzinsung des Anlagekapitals nicht zu denken war. Im Gegen-

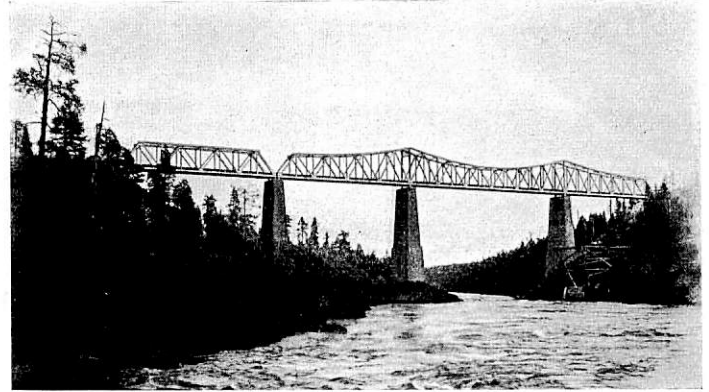


Abb. 2. Brücke über den großen Luleåelf.

Während des Baues der Inlandbahn kam man auf den Gedanken, daß die Bahn nicht die beabsichtigte Bedeutung erhalten könne, wenn sie nicht durch Querbahnen in Verbindung mit der nördlichen Staatsbahn (Norra Stambanan)

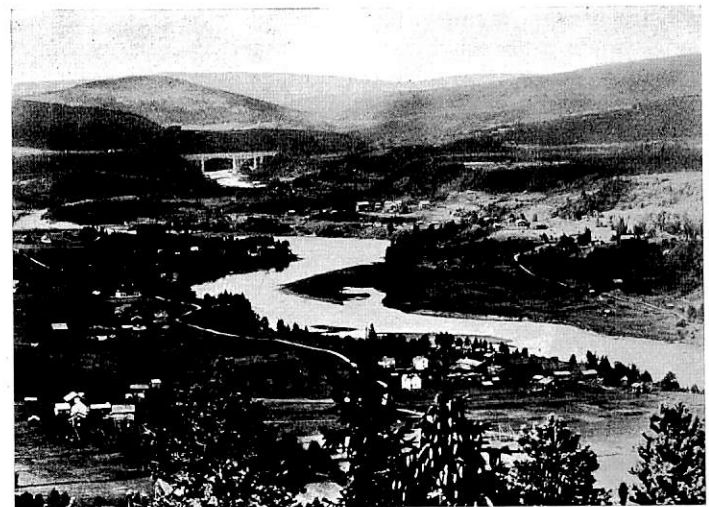


Abb. 3. Das Tal des Angermanelf. (Im Hintergrund die bekannte Forsmobrücke.)

gesetzt würde. Nach sehr eingehenden Untersuchungen wurde deshalb beschlossen, drei Querbahnen zu bauen, und zwar Forsmo—Hoting, Hällnas—Lycksele—Stensele und Jörn—Arvidsjaur mit einer Länge von 121, 167 und 75 km. Zugleich wurde eine Arbeitsordnung für die Bauarbeiten angenommen, nach der die Inlandbahn im Jahre 1924 vollendet werden sollte. Sämtliche Querbahnen sollten im folgenden Jahre ausgeführt werden. Diesen Arbeitsplan konnte man aber infolge der nach dem Weltkrieg stark gesteigerten Kosten für Bauarbeiten natürlich nicht einhalten. Es erschien sogar bei gewissen Gelegenheiten der Generaldirektion sehr fraglich, ob man nicht das ganze Unternehmen liegen lassen solle, aber der Reichstag hat jedesmal den Fortgang der Arbeiten be-

schlossen. Die Bauarbeiten wurden demzufolge auch fortgesetzt, aber in einem ziemlich langsamen Tempo. Gegenwärtig ist die Inlandbahn von Süden her bis Arvidsjaur und von Norden her bis Jokkmokk mit sämtlichen Querbahnen vollendet. Es bleibt nur noch die Strecke Arvidsjaur—Jokk-

die von Westen nach Osten strömen, überbrückt werden. Dadurch wurden mehrere große Brückenbauten erforderlich. Die größte dieser Brücken über den großen Luleelf (Abb. 2) liegt etwa 40 m über Wasser und besteht aus vier Öffnungen. Die größte dieser Öffnungen hat eine Spannweite von 57 m.

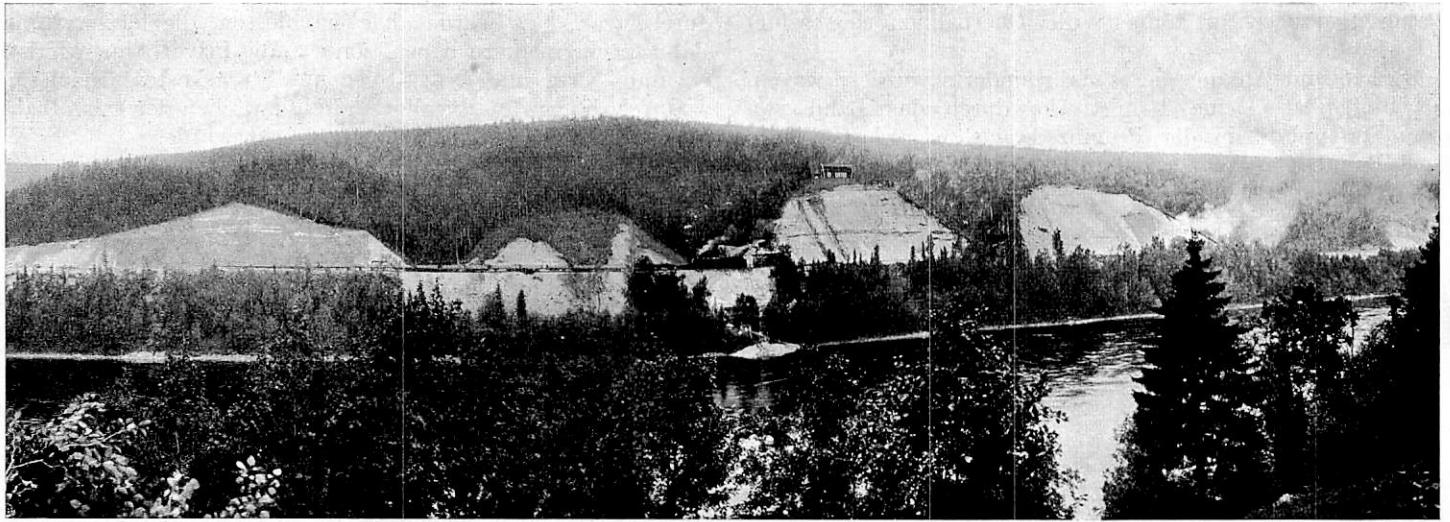


Abb. 4. Bauarbeit am Ufer des Ängermanelf.

mokk übrig, wo aber auch schon viele Erdarbeiten fertig sind. Man rechnet damit, daß die Kosten für die 1061 km lange Inlandbahn von Sveg nach Gällivare die Höhe von etwa 110 Millionen Kronen erreichen werden und für die Querbahnen ungefähr 45 Millionen Kronen, d. h. im ganzen über 150 Millionen Kronen.

Die Bahnarbeit ist vom bautechnischen Gesichtspunkte aus betrachtet nicht mit größeren Schwierigkeiten verbunden. Das Gelände ist verhältnismäßig kupert. Felseinschnitte kommen selten vor. Zufolge der nord-südlichen Richtung der Bahn mußten die großen Flüsse in der Landschaft Norrland,

Den Reisenden gewähren diese Bahnstrecken Abwechslung und reichliche Gelegenheiten, großartige und schöne Ausichten zu genießen. Es verdient betreffs der Inlandbahn bemerkt zu werden, daß in der Nähe dieser Bahn die großen Seen Storuman, Storavan, Uddjaur und Hornavan liegen. Unweit der Bahn befindet sich auch der mächtige Wasserfall „Harsprånget“ im großen Luleelf. Unter den Querbahnen nimmt die Strecke Forsmo—Hoting einen hervorragenden Platz ein, weil der südlichste Teil der Strecke dem an Naturschönheiten reichen Tal des Ängermanelf folgt (Abb. 3 und 4).

## Eisenbahnbrücken in Schweden.

Hierzu Tafeln 7 und 8.

Die Mehrzahl der großen Flüsse Schwedens durchzieht den nördlichen Teil des Landes („Norrland“) und man findet dort viele interessante Eisenbahnbrücken aus Stahl und aus Eisenbeton.



Abb. 1. Die Eisenbahnbrücke über Öre älv.

Eine von diesen Brücken ist die Brücke über „Öre älv“, nicht weit von der Norrländischen Stadt Umeå. Die neue, ganz aus Eisenbeton gebaute Brücke ist etwa 140 m von der alten, noch beibehaltenen eisernen Bahnbrücke entfernt. Wie aus der Abb. 1 hervorgeht, besteht die Brücke aus fünf Gewölben, und zwar aus drei kleinen Bogen mit je 16,2 m lichter Öffnung, einem großen Bogen mit 90,7 m Spannweite

und einem mit 32,5 m Öffnung. Die beiden letzterwähnten sind als Dreigelenkbogen ausgeführt, wodurch eine befriedigende Unabhängigkeit von etwaigen kleinen Bewegungen der Widerlagermauern und von Temperaturschwankungen erreicht wird.

Das Hauptgewölbe ist mit Stahlgelenken ausgerüstet. Die Fahrbahntafel ist aus massiven Platten und Trägern aus Eisenbeton gebildet. Die Träger ruhen auf einer Reihe von schlanken Betonpfeilern, die vom Gewölbe unterstützt sind. Die Schwellen ruhen in einem Schotterbett von 800 mm Stärke. Die Gleise liegen in einer Höhe von etwa 44 m über MW.

Für den Aufbau der Brücke, besonders des Hauptgewölbes, war selbstverständlich ein großartiges Zimmermannsgerüst erforderlich. Das Lehrgerüst von 40 m Höhe war eine der größten Holzfachkonstruktionen, die im Lande überhaupt ausgeführt worden ist. Das Hauptgerüst wurde in Bogenscheitelmitte 100 mm überhöht, um die bei der Belastung erwartete Senkung des Bogens auszugleichen. Es zeigte sich aber, daß die Durchbiegung des vollbelasteten Lehrgerüsts in Wirklichkeit sich nur auf 69 mm belief, ein Zeugnis von einer ausgezeichneten Holzfachkonstruktion. Nachdem das Lehrgerüst weggenommen war, zeigte sich, daß die Durchbiegung des Hauptgewölbes im Scheitel nur das geringe Maß von 2 mm erreichte.

Als ein anderes Beispiel schwedischer Eisenbahnbrücken mag hier die „Årsta“-brücke bei Stockholm, Abb. 2, erwähnt werden.



Die am 25. November 1929 eingeweihte Brücke, deren Gesamtbauzeit vier Jahre und sieben Monate betragen hat und die einen Kostenaufwand von rund 14 Millionen Kronen einschließlich der Nebenanlagen erforderte, stellt ein besonders wichtiges Glied des Eisenbahn- und Schiffverkehrs dar. Durch sie werden die schon seit langer Zeit gehegten Wünsche, die Schifffahrt zum Mälarsee und die Eisenbahnlinie nach Stockholm voneinander unabhängig zu machen, erfüllt. Die Brücke überschreitet den durch die Årstainseln in zwei Teile gespaltenen Schifffahrtweg in einer Bogenbrücke von 150,8 m Spannweite — für das südliche Fahrwasser — und einer Hubbrücke von 28 m Spannweite — für das nördliche Fahrwasser. Zwischen diesen beiden Schifffahrtöffnungen sind über die Insel hinweg zwölf Eisenbetongewölbe von 21,44 m lichter Weite eingefügt;



Abb. 2. Die Årstabrücke bei Stockholm.

an die Bogenbrücke schließen sich nach Süden zwei und an die Hubbrücke nach Norden sechs Eisenbetongewölbe von derselben Weite an. Die Bogenbrücke besitzt auf 75 m Länge eine lichte Durchfahrthöhe von 26 m über MW.; durch sie verkehren etwa 85% aller Schiffe. Die Hubbrücke kann bei 24 m freier Durchfahrthöhe bis zu einer lichten Durchfahrthöhe von 32 m über MW. gehoben werden. Die Breite der Brücke beträgt auf der in Beton errichteten Strecke 9 m zwischen den Stirnmauern, der Gleisabstand von Mitte zu Mitte Gleis 4,5 m. Die Gesamtlänge der Brücke zwischen den Landwiderlagern beträgt 753 m. Der Untergrund besteht aus Fels, der in einer Stärke von 20 m von Fels, z. T. schlammiger Beschaffenheit, und erdigem Sand oder Sand mit eingelagertem größeren und kleineren Geröll überlagert ist. Die Gründung geschah auf Betonfundamenten, die bis auf den Felsen herabgeführt sind. Bis zu einer Gründungstiefe von 14 m wurden die Pfeiler innerhalb einer Spundwand oder eines Fangdammes, darüber hinaus bis zu einer Tiefe von 20 m im

Druckluftverfahren hinabgeführt. Ein Pfeiler, bei dem sich erst nachträglich herausstellte, daß er über eine tiefe Einsenkung des Felsens zu stehen kam, wurde nicht auf dem Felsen gegründet. — Die Eisenbetongewölbe haben Halbkreisform, sie besitzen eine Gewölbestärke von 0,65 m im Scheitel und 1,32 m im Kämpfer. Über den Gewölben sind massive Stirnmauern aufgeführt. Die Dichtung der Gewölbe und Pfeiler geschieht durch Asphaltplatten, die durch bewehrten Beton geschützt sind.

Der Überbau der Hubbrücke besteht aus zwei genieteten Vollwandträgern als Hauptträger in 10,2 m Abstand mit dazwischen angeordneten Quer- und Längsträgern. Als Baustoff wurde hochgekohlter Stahl mit einer untersten Streckgrenze von 30 kg/mm<sup>2</sup> und einer geringsten Bruchfestigkeit von 50 kg/mm<sup>2</sup> verwendet. Der Antrieb der durch Gegengewichte ausgewuchteten Hubbrücke geschieht elektrisch durch zwei in der Mitte der Brücke aufgestellte, gekuppelte Gleichstrommotoren von je 30 PS. Hier sind auch die Umformer aufgestellt, die den für den Bahnbetrieb verwendeten einphasigen Wechselstrom von 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub> Perioden in Gleichstrom umformen. Die von den Motoren angetriebenen Zahnräder greifen in vier — je zwei auf jeder Brückenseite — an den Pfeilern verankerten Zahnstangen ein. Als Zuleitung dient ein bewegliches Kabel. Die gleichfalls in dem Motorenraum auf der Brücke untergebrachten Sicherungseinrichtungen blockieren vor Anheben der Brücke die Gleise und machen die Fahrleitung auf der Brücke stromlos. Die Regelung des Schiffverkehrs geschieht durch Lichtsignale und elektrische Sirene. Das Öffnen der Brücke beansprucht 90 Sek.

Die Hauptträger der Bogenbrücke sind Zweigelenkfachwerkbogen mit in Fahrbahnhöhe angeordnetem Zugband. Der Hauptträgerabstand beträgt 12,7 m. Die Gleise ruhen auf Längsträgern aus Walzprofilen und genieteten Querträgern. Der Baustoff der Hauptträger ist der auch für die Hubbrücke verwendete Stahl. Die Montage der Bogenbrücke geschah von einem umfangreichen, festen Lehrgerüst aus, in dem eine Schifffahrtöffnung von 21 m Breite und 21 m Höhe über MW. freigehalten werden mußte. Zum Bau dieses Lehrgerüsts wurden bei etwa 10 m größter Wassertiefe bis zu 32 m lange Pfähle gerammt. Die Hauptträger wurden gleichmäßig von beiden Auflagern aus aufgestellt mittels einer elektrisch betriebenen, fahrlosen Montagebrücke von 22 t Hubkraft. Der Bogen der Hauptträger wurde durch die besonders eingepaßten Endstäbe geschlossen und danach durch Absenken des Lehrgerüsts belastet.

Bei der Durchbildung der Brücke mußte darauf Rücksicht genommen werden, daß sie später auch als Straßenbrücke dienen soll. Es ist beabsichtigt, diese Straßenbrücke, die eine Fahrbahnbreite von 11 m und zwei beiderseits ausgekragte Fußwege von je 2,50 m erhalten soll, über der Eisenbahnbrücke anzuordnen. Diese Straßenbrücke würde alsdann in einer Höhe von 38,3 m über MW. liegen und einschließlich der Landanschlüsse eine Gesamtlänge von 820 m erhalten.

## Die geotechnische Arbeit bei den Schwedischen Staatsbahnen.

Von Oberingenieur J. E. Ohlsson.

Seit Anfang des Jahres 1914 ist die geotechnische Arbeit bei den Schwedischen Staatsbahnen von Organen betrieben worden, die zu diesem Zweck besonders eingesetzt waren.

Wegen eingetretener Bodenverschiebungen wurde es als notwendig erachtet, eingehendere Bodenuntersuchungen zu veranstalten; im Dezember 1913 beschloß die Generaldirektion, eine Kommission von Ingenieuren und Geologen zu ernennen mit dem Auftrage, besondere Bahnstrecken geologisch zu untersuchen und Anträge über etwa erforderliche Sicherheitsanordnungen einzureichen. Die Kommission, die den Namen „Statens

järnvägars geotekniska kommission“ annahm, war mit ihrem amtlichen Auftrag Ende 1920 fertig.

Das Grenzgebiet zwischen Quartärgeologie und Bautechnik, in dem die Kommission zu arbeiten hatte, war früher nur in unzureichendem Maße behandelt worden, nur durch Anwendung gewöhnlicher Verfahren ließ sich der Auftrag nicht ausführen. Man mußte folglich von Anfang an die Arbeit auf eine Ausgestaltung zweckmäßiger Methoden einrichten, sowohl für Untersuchungen im Felde als auch für Laboratoriumsbestimmung des Charakters der Bodenarten

vom bautechnischen Gesichtspunkte aus. Auch die Methoden für Berechnung und Beurteilung der verschiedenen Belastungsfälle mußten zu wesentlichen Teilen neugestaltet werden.

Für die Erdschicht-Untersuchungen im Felde bediente sich die Kommission vor allem der Bohrung. Eine besondere Methode der Sondenbohrung wurde ausgearbeitet, die vor allem auf Tonböden Bezug nahm. Zur Ergänzung der Sondenbohrungen wurden auch in großem Umfang Bohrungen für Probeentnahmen ausgeführt.

Durch die Laboratoriumsuntersuchung der aufgenommenen Proben wurden diejenigen physikalischen Eigenschaften der Erdschichten studiert, die nach hier in Frage kommenden Gesichtspunkten größere Bedeutung haben, also Wassergehalt, Konsistenz, Feinheitsgrad und Volumgewicht.

Die Kommission hat Vorschläge für Sicherheitsanordnungen für eine große Zahl von Stellen an den untersuchten Bahnstrecken ausgearbeitet\*):

Vom 1. Juli 1920 an wurde eine geotechnische Abteilung innerhalb des bahntechnischen Büros der Generaldirektion eingerichtet. Diese arbeitete während der ersten zwei Jahre Hand in Hand mit der Kommission und übernahm nachher ihre Aufgaben. In dieser Abteilung sind bahntechnische und geologische Fachmänner vertreten.

Mit Bezug auf die Feldmethoden ist es vor allem die Probeentnahme, die umgestaltet wurde. Durch einen bei der Abteilung konstruierten neuen Bohrtyp, den Kolbenbohrer, ist die Entnahme der Erdproben mit bewahrter, natürlicher Konsistenz bedeutend erleichtert worden\*\*). Durch Konsistenzbestimmung solcher Proben erhält man einen Vergleichswert mit der Festigkeit des Bodens in natürlichem Zustande, die „Festigkeitszahl der ungestörten Probe“. Man kann da-

\*) Betreffs der Wirksamkeit der Kommission wird auf die Druckschrift „Statens järnvägars geotekniska kommission 1914 bis 1922, slutbetänkande“, hingewiesen.

\*\*\*) Siehe „Teknisk tidskrift“ am 28. Februar 1925: „Kolvborrhny borrtyp för upptagning av lerprov“ von John Olsson.

durch von Platz zu Platz die Festigkeit des Tonbodens vergleichen und so eine gewisse Möglichkeit gewinnen, auf den verschiedenen Plätzen die Standsicherheitsverhältnisse zu ermessen. Durch Untersuchungen, die bei eingetretenen Rutschungen oder bei anderen Grenzbelastungen durchgeführt wurden, hat sich außerdem gezeigt, daß die Festigkeitszahlen der natürlichen Konsistenz mit der Scherfestigkeit der Tonschichten ziemlich gut übereingehen, was sich auch auf dem Wege der Berechnung nachweisen ließ.

Der Auftrag der geotechnischen Kommission bezog sich in der Hauptsache auf die Standsicherheit der Dämme und der Einschnitte. Während der fortgesetzten geotechnischen Arbeit sind auch Fragen anderer Art zur Behandlung gekommen, wie über Gründungen der Gebäude und der Brücken, über Bettungstoffe, über den Bestand der Berganschnitte und der Bergtunnel usw.

Eine Gruppe von Fragen, die besonders in den letzten Jahren umfängliche Arbeiten erfordert haben, ist die von Kieslagerstätten und die vom Charakter der Bettungstoffe. Außerdem haben die Bauarbeiten mit schienenfreien Kreuzungen in manchen Fällen ganz umfangreiche Grunduntersuchungen und Vorarbeiten betreffs zweckmäßiger Gründungsarten mit sich gebracht. Eine andere Gruppe von Fragen, die gleich falls geotechnische Untersuchungen erfordert haben, betraf Planungen von Wasserregulierungen und Entwässerungen. Schließlich mögen die umfangreichen Untersuchungen über die Tragfähigkeit von Pfählen erwähnt werden, und zwar diejenigen, die während der letzten Jahrzehnte vor allem in Gothenburg mit Umgegend vollzogen worden sind. In einem gewissen Umfange werden diese Untersuchungen immer noch fortgesetzt. Die Pfahlproben laufen darauf hinaus, die Tragfähigkeit sowohl einzelner Pfähle als auch von Pfahlgruppen festzustellen, und manche wertvolle Erkenntnisse sind bezüglich der Beziehungen zwischen Tragfähigkeit der Pfähle und der Konsistenz des Erdbodens erhalten worden.

## Schwedische Schutzvorrichtungen an Wegübergängen in Schienenhöhe.

Von Oberingenieur T. Hård.

Die Frage betreffend die Sicherung der Wegübergänge in Schienenhöhe wurde in Schweden durch eine Königl. Verordnung, die im Jahre 1924 in Kraft gesetzt wurde, geregelt. Die Verordnung hatte zum Zwecke, gleichartige Vorrichtungen an den Wegübergängen für das ganze Land zu schaffen. Dieses wurde nämlich als erforderlich angesehen, und zwar wegen der Entwicklung des Autoverkehrs, die dazu geführt hatte, daß die Sicherheitsmaßnahmen für den Straßenverkehr weniger als früher als eine nur rein örtliche Angelegenheit betrachtet werden konnten. Die Verordnung enthielt zunächst Bestimmungen über das Aussehen der Warnungstafeln oder der Warnkreuze, durch welche die Aufmerksamkeit der Wegebenutzer auf das Vorhandensein der Wegübergänge gelenkt wurden. Ferner enthielt die Verordnung Anweisungen dafür, welche Arten von Wegübergängen mit Sicherheitsvorrichtungen zu versehen seien und wie diese besonderen Schutzvorrichtungen beschaffen sein sollten. Hierbei wurde als Hauptgrundsatz festgelegt, daß die Eisenbahnen besondere Schutzmaßnahmen nur an Übergängen solcher Wege, die dem öffentlichen Verkehr dienen, zu treffen brauchten. An diesen Wegen sollten außerdem die Sichtverhältnisse für den Bedarf an Schutzvorrichtungen ausschlaggebend sein. Warnkreuze allein sollten hiernach nur an solchen Wegübergängen genügen, wo freie Sicht über die Eisenbahn in einem festgesetzten Umfange vorhanden ist. Für Übergänge ohne freie Sicht erhielt die Eisenbahn Befugnis, entweder Absperrvorrichtungen wie bediente Schranken oder Schrankenbäume oder aber selbsttätige Licht- oder Schallsignale zu wählen.

Die Absperrvorrichtungen sind für verkehrsreiche Übergänge bindend vorgeschrieben, wenn diese mehrgleisig sind oder in einem volkreichen Ort liegen. Im übrigen steht es der Eisenbahn frei, selbsttätige Signale zu wählen und schon vorhandene Absperrvorrichtungen durch Signale zu ersetzen.

Diese Vorschriften legten den Eisenbahnen große Geldopfer auf, weil die Pflicht Sicherheitsmaßnahmen zu treffen, auf eine große Zahl von Übergängen ausgedehnt wurde, die früher keine Schutzvorrichtungen hatten. Nur ein geringer Teil der Kosten wurden den Eisenbahnen durch sogenannte Automobilsteuerbeiträge vergütet. Einen gewissen Ersatz der Auslagen bekamen jedoch die Eisenbahnen durch die Möglichkeit, selbsttätige Signale als Ersatz für persönliche Bedienung zu benutzen, wodurch die laufenden Betriebskosten in vielen Fällen verbilligt werden konnten.

Die Entwicklung nach dem Inkraftsetzen der Verordnung ging infolgedessen nach der Richtung, selbsttätige Signale hauptsächlich auf verkehrsreichen Strecken anzuwenden, wo der Bahnbetrieb Tag und Nacht stattfindet und die Bedienungskosten infolgedessen auffallend hoch waren. Die Bedienung wurde dagegen beibehalten an Übergängen auf Nebenbahnen mit schwächerer Betriebsdichte, so daß die Bedienung für verhältnismäßig geringe Kosten durchgeführt werden konnte, sowie an solchen Wegübergängen, die in der Nähe eines Bahnhofes gelegen sind, so daß die Bedienung von diesem aus ohne größere Mehrkosten für die Bahn besorgt werden konnte.

Die in der Verordnung zugestandene Bewilligung, übersichtliche Wegübergänge völlig ungeschützt zu lassen, konnte

in der Regel nur auf Nebenbahnen mit geringer Zuggeschwindigkeit ausgenutzt werden. Die Forderungen auf freie Sicht steigern sich nämlich mit der Zuggeschwindigkeit in solchem Maße, daß sie infolge örtlicher Verhältnisse bei Bahnen mit Zuggeschwindigkeiten von 80 bis 90 km/Std. meist nicht erfüllt werden konnten.

Die Lage wurde also so, daß selbsttätige Signale als Schutzvorrichtungen hauptsächlich an den gefährlichsten Wegübergängen angewendet wurden, und zwar an den Übergängen auf der freien Strecke der Hauptlinien, während Schutzmaßnahmen als Schranken oder Schrankenbäume sowie Verbesserung der freien Sicht hauptsächlich auf Neben-

bahnen vorkommen, desgleichen auf Bahnhöfen, wo die meisten Züge mit verminderter Geschwindigkeit fahren. Dieser Umstand muß bei der Beurteilung der nachfolgenden statistischen Unterlagen berücksichtigt werden. Die Statistik bezweckt, die Wirkungen der im Jahre 1924 eingeführten Sicherheitsvorschriften einigermaßen zu beleuchten.

Die Statistik bezieht sich auf die Zeit von 1926 an und ist auf den Uraufzeichnungen der Schwedischen Staatsbahnen aufgebaut. Unmittelbar vergleichbare Angaben für die Zeit vor dem genannten Jahr liegen nicht vor. Ein noch weiter zurückgreifender Vergleich würde übrigens von geringem Wert sein, und zwar wegen der unwälzenden Umgestaltung

Tabelle I.

Anzahl der mit gesetzmäßigen Schutzvorrichtungen ausgerüsteten Wegübergänge in Schienenhöhe bei den Schwedischen Staatsbahnen am Ende des Jahres:

	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934
Schranken oder Schrankenbäume . . . . .	834	831	809	776	785	805	832	923	914
Selbsttätige Licht- oder Schallsignale . . . . .	299	383	402	414	417	421	426	433	422
Freie Sicht . . . . .	91	74	78	77	89	87	89	95	96
Summe . . . . .	1224	1288	1289	1267	1291	1313	1347	1451	1432

Tabelle II.

Anzahl der in Schweden eingetragenen Kraftfahrzeuge in Tausenden am Ende des Jahres . . . . .  
Anzahl der Zugkilometer der Schwedischen Staatsbahnen in Millionen

	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934
Anzahl der in Schweden eingetragenen Kraftfahrzeuge in Tausenden am Ende des Jahres . . . . .	121,2	145,2	177,2	191,7	201,9	204,6	199,1	191,7	196,5
Anzahl der Zugkilometer der Schwedischen Staatsbahnen in Millionen	26,7	28,0	28,8	31,6	32,2	33,9	33,9	35,8	40,1

Tabelle III.

Anzahl der Zusammenstöße mit Kraftfahrzeugen an den in Tabelle I angegebenen Wegübergängen:

	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934
An Schranken oder Schrankenbäumen . . . . .	4	3	1	1	4	3	2	3	6
An selbsttätigen Licht- oder Schallsignalen . . . . .	5	13	9	10	19	5	10	8	9
Bei freier Sicht . . . . .	0	2	6	0	1	0	2	2	2
Summe . . . . .	9	18	16	11	24	8	14	13	17

Tabelle IV.

Anzahl der Zusammenstöße mit gewöhnlichen Straßenfahrzeugen (nicht Kraftwagen) oder Fußgängern an den in Tabelle I angegebenen Wegübergängen:

	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934
An Schranken oder Schrankenbäumen . . . . .	1	1	3	1	1	3	0	1	3
An selbsttätigen Licht- oder Schallsignalen . . . . .	3	4	6	3	3	1	2	4	2
Bei freier Sicht . . . . .	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Summe . . . . .	5	5	10	4	4	4	2	5	5

Tabelle V.

Anzahl der von Straßenfahrzeugen verursachten Unfälle ohne Zusammenstoß mit Zügen:

	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934
Für Kraftfahrzeuge . . . . .	110	108	128	153	160	164	143	156	172
Für andere Fahrzeuge . . . . .	7	11	6	12	8	7	6	6	10
Summe . . . . .	117	119	134	165	168	171	149	162	182

Tabelle VI.

Anzahl der Zusammenstöße an ungeschützten Wegübergängen an Nebenstraßen, für die Schutzvorrichtungen nicht gesetzlich vorgeschrieben sind:

	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934
Für Kraftfahrzeuge . . . . .	4	10	7	13	16	12	16	14	24
Für andere Fahrzeuge . . . . .	13	20	11	10	9	11	9	10	13
Summe . . . . .	17	30	18	23	25	23	25	24	37

Tabelle VII.

Die Anzahl der bei Zusammenstößen verletzten oder getöteten Personen (siehe Tabellen II bis V) war im Jahre:

	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934
An Schranken oder Schrankenbäumen . . . . .	3	9	4	5	3	3	2	2	11
An selbsttätigen Signalen . . . . .	7	20	14	18	33	5	11	16	9
Bei freier Sicht . . . . .	1	6	2	0	0	0	1	7	1
An ungeschützten Wegübergängen . . . . .	7	28	22	25	13	14	24	19	29
Summe . . . . .	18	63	42	48	49	22	38	44	50

der Verkehrsverhältnisse, die durch die schnelle Entwicklung des Autoverkehrs entstanden sind. In einer amtlichen Erhebung aus dem Jahre 1919 wird für die Zeit von 1911 bis 1915 die jährliche Zahl der Unfälle an Wegübergängen zu durchschnittlich 34 angegeben. In derselben Erhebung wird gesagt, daß eine Steigerung der Zahl der Unfälle infolge der Zunahme des Autoverkehrs vorauszusehen sei, es sei denn, daß kräftige Maßnahmen zur Verhütung von Unfällen getroffen werden. Die amtliche Eisenbahnstatistik weist auch für die Jahre 1920 bis 1924 eine sehr schnelle Steigerung der Zahl der überfahrenen Straßenfahrzeuge auf. Nach dem Jahr 1924 ist die genannte Zahl nach den amtlichen statistischen Aufschreibungen im großen und ganzen gleich geblieben.

In der Tabelle I ist die Zahl der unter die Verordnung fallenden Wegübergänge auf den Schwedischen Staatsbahnen dargestellt. Die Minderung der Zahl der Wegübergänge während der letzten Jahre hängt mit dem beschleunigten Bau von Über- und Unterführungen der beiden sich kreuzenden Verkehrswege zusammen. Außer den in Tabelle I angegebenen Wegübergängen gibt es auf den Privatbahnen eine gleichgroße oder noch größere Anzahl von Wegübergängen, deren Sicherung nicht als im öffentlichen Interesse liegend angesehen wurde und die daher aus finanziellen Gründen nur mit Warnkreuzen ausgerüstet sind. Wie aus dem Folgenden hervorgeht, haben diese Wegübergänge in beunruhigendem Maße zu der Zahl der Unfälle beigetragen. Hieraus ersieht man, daß die Frage der Betriebsicherheit an Wegübergängen ohne eine sachgemäße Einteilung der Übergänge keinesfalls gelöst werden kann. In Tabelle II wird die Steigerung des Kraftwagenbestands des Landes sowie die Steigerung des Zugverkehrs auf den Schwedischen Staatsbahnen dargestellt. Die Zahl der Kraftwagen hat sich während der Vergleichszeit um 62%, der Zugverkehr um 50% vermehrt.

Aus den Tabellen III und IV über die Anzahl der Zusammenstöße teils mit Kraftfahrzeugen, teils mit Straßenfahrzeugen anderer Art dürfte hervorgehen, daß die

Unfallhäufigkeit für die Art von Wegübergängen, die durch selbsttätige Signale geschützt sind, verhältnismäßig am größten gewesen ist. Voreilige Schlußfolgerungen, daß diese Vorrichtungen als Schutzanlagen minderwertig wären, dürfen aber hieraus nicht gezogen werden, da wie oben erwähnt, Vorrichtungen dieser Art hauptsächlich an den gefährlichsten Wegübergängen zur Anwendung gekommen sind.

Daß Schranken und Schrankenbäume keine vollkommenen Schutzvorrichtungen bilden, dürfte aus der Tabelle V hervorgehen, die die Anzahl der drohenden Unglücksfälle an den auf diese Weise geschützten Wegübergängen darstellt. Daß nicht eine größere Anzahl der drohenden Unglücksfälle zu Zusammenstößen geführt hat, dürfte mit dem Umstand zusammenhängen, daß 70% der Wegübergänge dieser Art in der Nähe von Bahnhöfen liegen, wo die Züge in der Regel langsam fahren, die übrigen aber in der Mehrzahl auf Nebenbahnen mit geringer Zuggeschwindigkeit und verhältnismäßig wenig Zügen.

In Tabelle VI wird die Zahl der Zusammenstöße an ungeschützten Wegübergängen von Nebenstraßen, die außerhalb des Rahmens der gesetzlichen Sicherheitsvorschriften liegen, angegeben. Aus der Tabelle geht hervor, daß diese Wegübergänge während der acht Jahre, die die Untersuchung umfaßt, zusammen 222 Zusammenstöße beigetragen haben gegen zusammen 174 für die in Tabelle I bezeichneten Wegübergänge der öffentlichen Wege, die jedoch einen weit größeren Verkehr haben. Hieraus kann der Schluß gezogen werden, daß die getroffenen Schutzmaßregeln in hohem Grade dazu beigetragen haben, die Zahl der Unfälle zu vermindern.

Die Tabelle VII zeigt schließlich eine Zusammenstellung der bei den Zusammenstößen verletzten oder getöteten Personen. Sämtliche Fälle beziehen sich auf Personen, die auf dem Wege gefahren sind. Die Reisenden in den Eisenbahnzügen haben in keinem Fall Verletzungen in Zusammenhang mit Unfällen an Wegübergängen erlitten. Auch diese Tabelle beleuchtet auffallend die Unfallgefahr an den ganz ungeschützten Wegübergängen.

### Schlafwagen 3. Klasse der Schwedischen Staatsbahnen.

Von Freiherrn C. von Köhler, Stockholm.

Wegen des wachsenden Bedarfs an Schlafwagen 3. Klasse wurden in den letzten Jahren derartige Wagen in einer neuen Bauart beschafft, die dem Reisenden eine noch größere Be-

Grundriß des Wagens in Abb. 1 ersichtlich. Hierdurch wird eine Vergrößerung der zum Anziehen und für die Waschengelegenheit verfügbaren Fläche im Abteil erzielt. Für die

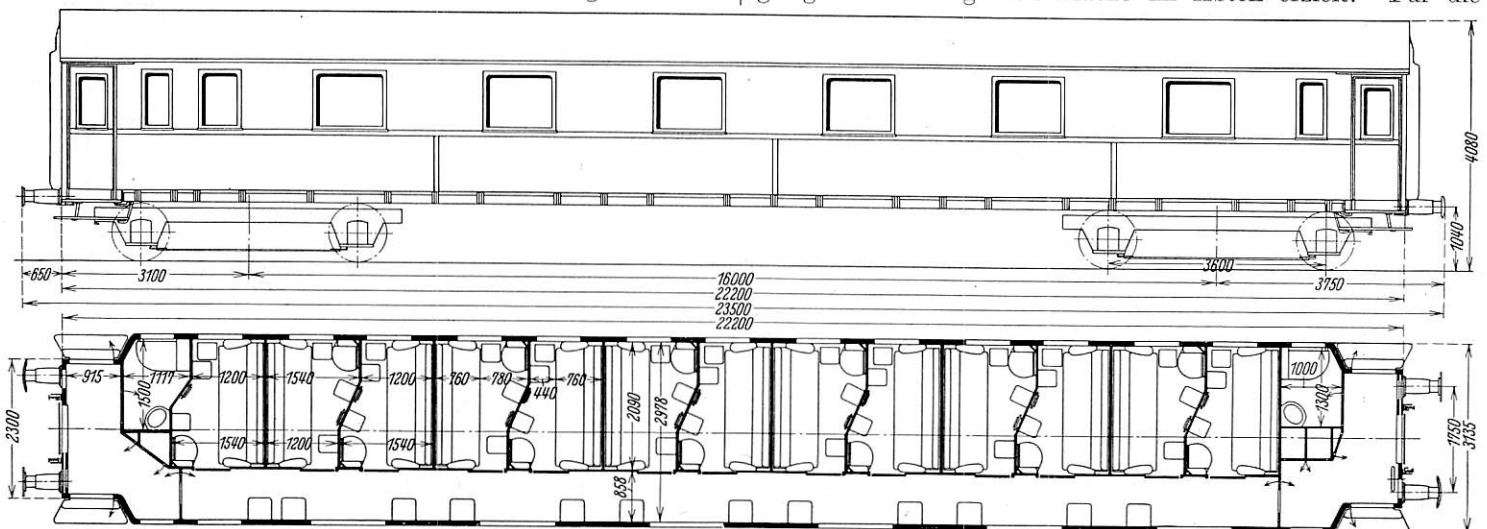


Abb. 1. Schlafwagen 3. Klasse (30 Betten).

quemlichkeit als die bisherigen Wagen bietet. Die wichtigste Neuerung ist die, daß die bisher nur für Schlafwagen 1. und 2. Klasse übliche schräge Wand zwischen den Abteilen auch bei den Schlafwagen 3. Klasse eingeführt ist, wie aus dem

Unterbringung des Handgepäcks steht, außer den gewöhnlichen Gepäcknetzen, ein vom Abteil aus erreichbarer Raum oberhalb der über dem Seitengang, wie aus Abb. 5 ersichtlich, horizontal angeordneten Decke zur Verfügung. Außerdem hat eine neue

Konstruktion des Sofas die Anordnung eines geräumigen Faches über dem Fußende des untersten und mittleren Bettplatzes ermöglicht.

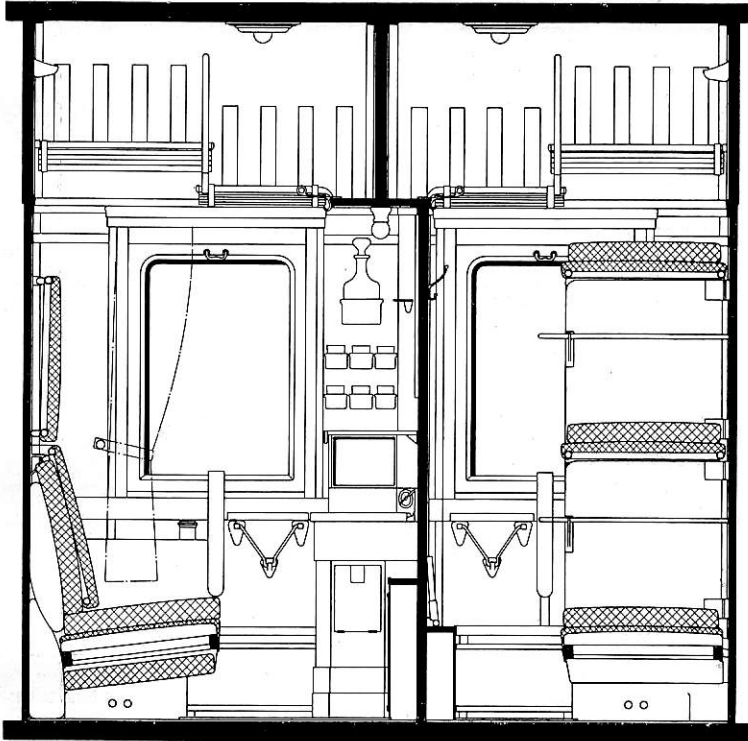


Abb. 2. Einrichtung der Schlafwagen 3. Klasse.

Das Sofa hat die bisher bei unseren Schlafwagen 3. Klasse übliche Breite von 65 cm und ist in seinen Hauptteilen von neuer Bauart. Abb. 2 stellt dasselbe in Sitzlage und Bettlage dar. Der Sitz besteht aus einem aus Stahlblechen geschweißten Kasten, der für die Verwahrung einer Matratze am Tage dient.



Abb. 3. Abteil im Schlafwagen 3. Klasse bei Tagesfahrt.

Oberhalb dieses Kastens ist mittels Angeln an der Hinterkante eine Sprungfeder-matratze befestigt, die als Unterbett dient. Bei den älteren Wagen bestand diese Matratze aus einer gepolsterten Holzpritsche. Der Sitz ist auf Rollen befestigt und auf besonders geformten Schienen in der Weise verschiebbar, daß er beim Zurechtmachen des Bettes eine waagerechte Lage bis an die Wand einnimmt. Er ist aber, da das Sofa für die Tagesfahrt dienen soll, ein Stück von der Wand abgerückt und nimmt eine nach hinten geneigte Lage ein. Hierdurch hat man für die Tagesfahrt einen bis an die Abteilwand hinter dem Sitz reichenden Raum für Kissen und Decken, und in Verbindung mit der heruntergeklappten schrägen Auflage des mittleren Schlafplatzes und einer auf den Sitz gelegten Matratze einen

sehr bequemen Sitzplatz gewonnen. Zwei der Unterkissen sind mit Stoff überzogen und dienen während der Tagesfahrt als Armstützen an den Enden des Sofas. Hinter der Rückenstütze wird außerdem am Tage die dritte Matratze aufgestellt. Infolge des größeren Raumes zum Aufbewahren der Bettausrüstung tagsüber konnten die Matratzen eine Dicke von 10 cm erhalten und mit Roßhaaren gefüttert werden wie bei den Schlafwagen 1. und 2. Klasse, während die Matratzen in den bisherigen Schlafwagen 3. Klasse aus Platzmangel nur eine Stärke von 3 cm aufwiesen und mit Watte gefüttert waren.

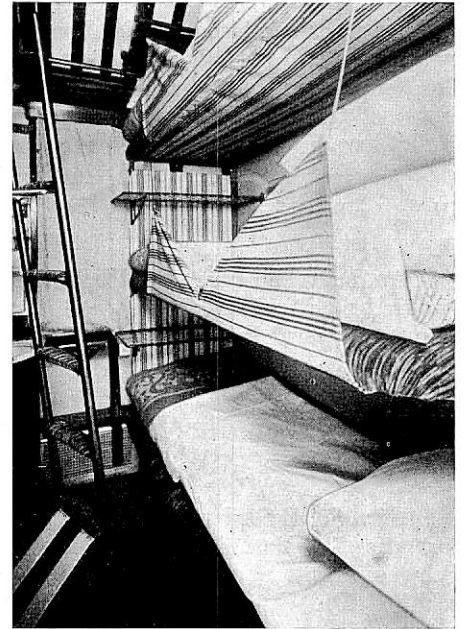


Abb. 4. Abteil im Schlafwagen 3. Klasse bei Nachtfahrt.

Das Mittel- und Oberbett besteht wie bei den älteren Wagen aus einem geschweißten Stahlrohrrahmen mit federndem Kettenboden und ruht an der Gangseite wie gewöhnlich auf einer klappbaren Konsole, an der Fensterseite dagegen auf einer Säule aus Stahlrohr. Die Säule des Mittelbettes ist mittels eines Gelenkes auf dem Schutzkasten des Heizkörpers unter dem Fenster befestigt und ist am Tage gegen den Sitz heruntergeklappt. Beim Zurechtmachen des Bettes wird sie aufgeklappt und in eine Hülse an der Ecke des aufgeklappten Mittelbettes eingeführt. Die Tragsäule des Oberbettes ist mittels eines Gelenkes an der vorderen Ecke dieses Bettrahmens befestigt und am Tage unter diesen aufgeklappt. Beim Zurechtmachen des Bettes wird sie heruntergeklappt und mit ihrem unteren Ende in die oben erwähnte Hülse an der Ecke des Mittelbettes gesteckt. An diese Stützsäulen sind Konsole geschweißt, die die oben erwähnten Fächer über dem Fußende des untersten und mittleren Bettplatzes tragen.

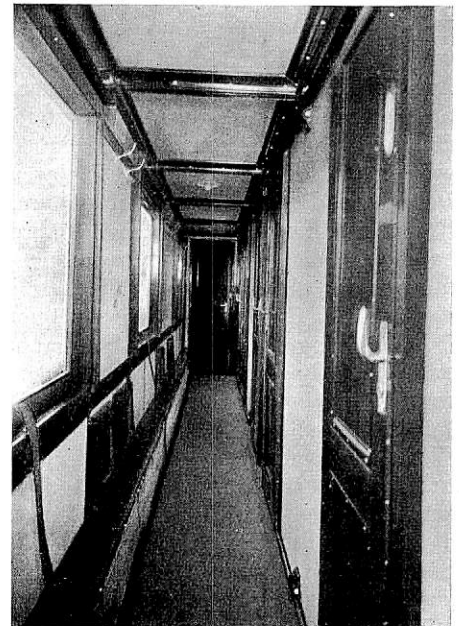


Abb. 5. Seitengang im Schlafwagen 3. Klasse.

Bei dem untersten und mittleren Bettplatz ist am Fußende ein Schirm angeordnet, der am Tage an die Wand geklappt ist, in der Nacht dagegen ausgeklappt eine Querwand am Ende des Bettes bildet und Luftzug vom Fenster her verhindert. Ausgeklappt liegen diese Schirme an

den Tragsäulen an und werden von den vor ihnen aufgeklappten Ablegeflächen in ihrer Lage gehalten. Die Abb. 2, 3 und 4 geben teils Zeichnungen der Abteilkonstruktion, teils Ansichten eines Abteils bei Tagfahrt und bei Nachtfahrt.

Da nicht wie bisher an der Fensterwand angebrachte Vorrichtungen zum Befestigen der Betten benutzt wurden, konnten die Fenster verbreitert werden. Rings um den Druckrahmen ist eine Dichtung aus weichem imprägniertem Leder eingefügt, wodurch die Fenster möglichst luftzugfrei werden.

Die Waschanordnung besteht aus einem großen, festen Waschbecken aus Porzellan, das in einem Schrank eingebaut ist.

An der Wand über dem Waschschranke ist auf einer Seite ein großer Spiegel angebracht, auf der anderen Seite sind Gestelle aus vernickeltem Metall für Wasserflasche und sechs Gläser.

## Wagen für Beförderung von Transformatoren bei den Schwedischen Staatsbahnen.

Von Ingenieur A. Andersson, Stockholm.

Hierzu Tafel 9.

Für die Beförderung von großen und schweren Transformatoren, Maschinen und Maschinenteilen haben die Schwedischen Staatsbahnen besondere Spezialwagen beschafft. Die Wagen der Gattungen Q 19 und Q 23 sind die größten dieser Spezialwagen. Die Wagen der Gattung Q 19 haben sechs Achsen und ein Ladegewicht von 85 t. Der Q 23-Wagen hat zehn Achsen. Zu diesem Wagen gehören zwei Paar verschiedene Langträger, und zwar zwei hohe Fachwerkbalken, die hauptsächlich bei der Beförderung von Transformatoren zur Verwendung kommen, und zwei niedrige, gebogene Langträger, mit welchen der Wagen in einen Tiefladewagen umgeändert werden kann. Das Ladegewicht des Wagens ist bei Verwendung der hohen Langträger 130 t und als Tiefladewagen 110 t. Die beiden Wagengattungen Q 19 und Q 23 sind im Jahre 1924 bzw. 1931 bei der maschinentechnischen Abteilung der Generaldirektion entworfen worden.

Der Q 19-Wagen (Abb. 1, Taf. 9) besteht aus zwei Endstücken, jedes auf einem dreiachsigen Drehgestell ruhend. Die Endstücke sind so angeordnet, daß sie beim Auseinandernehmen und Zusammensetzen mit Hilfe von Stützschauben auf den Drehgestellen in einer bestimmten Horizontallage festgemacht werden können. Die Endstücke werden mittels zwei hoher Fachwerklangträger verbunden, welche an den Enden mit ihren unteren Flanschen an den Endstücken festgeschraubt sind, während angeschraubte Querbalken die oberen Flanschen zusammenhalten. Beim Transport müssen die oben erwähnten Stützschauben hochgeschraubt sein, so daß die Drehgestelle genügendes Spiel erhalten.

Die Langträger sind abnehmbar und können in vier verschiedenen Lagen auf die Endstücke des Wagens aufgesetzt werden, wodurch man einen Abstand zwischen den Langträgern von 2500, 2200, 1800 oder 1500 mm erhalten kann. Wenn die Langträger sich in der äußersten Lage befinden, ist der Wagen kein sogenannter „Transitwagen“ mit ungehindertem Übergang auf alle Bahnen, er reicht dann über die festgestellte Umgrenzung für die Wagen der Schwedischen Staatsbahnen hinaus. Die Ladung soll auf den oberen Flächen der Langträger ruhen. Die zu befördernden Transformatoren müssen deshalb mit Tragkonsolen versehen sein.

Wenn man keine Möglichkeit hat, die Transformatoren senkrecht aus dem Wagen zu heben, wie es oft bei den Transformatorstationen der Fall ist, kann das Abladen in der Weise vor sich gehen, daß der Transformator nur so hoch gehoben wird, daß er die Langträger frei gibt, wonach der eine Langträger gelöst und weggenommen wird. Man kann dann den Transformator seitwärts aus dem Wagen bringen.

An der Zwischenwand sind eine ausklappbare Leiter von gewöhnlicher Bauart und zwei Klappsitze angeordnet als Sitzplätze für die Benützer des Oberbettes und des Mittelbettes. Die Ausrüstung wird vervollständigt durch einen Uhrenhalter mit schrägem Kissen, um das Schwingen der Uhr zu verhindern, mehrere Kleiderhaken, Aschbecher und weiche Teppiche.

Die Beleuchtung ist elektrisch. Für jedes Bett ist eine Leselampe von neuer Bauart angeordnet, bei der der Schalter mit einem Deckel vereinigt ist. Die Lampen für die allgemeine Beleuchtung sind in die Decke eingebaut und mit weiß-emailliertem Scheinwerfer versehen, ebenso im Seitengang (Abb. 5).

Die Aborte sind mit den gleichen Waschränken und Gestellen für Wasserflasche und Gläser wie die Abteile ausgerüstet. Der Fußboden ist mit einem schwarz- und weißgewürfelten Gummiteppich auf Asphaltunterlage belegt. Decke und Wände sind hier ganz weiß gehalten.

Der Wagen ist mit Knorr-Druckluftbremse ausgerüstet und mit Handbremse zum Festbremsen versehen. Diese wird durch zwei Handräder an den Seiten des Wagens betätigt.

Wenn der Wagen mit der Höchstlast von 85 t beladen wird, muß diese auf eine Länge von mindestens 2,7 m in der Mitte des Wagens verteilt werden. Der Wagen wiegt nur 22,5 t, jedes Drehgestell 5,5 t. Das geringe Gewicht ist ermöglicht worden durch die gewählte Drehgestellkonstruktion mit gelenkigen Seitenrahmen und Lastübertragung mittels kegelförmiger Rollen über den Seitenrahmen, statt wie gewöhnlich über der Mitte des Drehgestells, dort ist nur ein Führungzapfen angeordnet. Der Wagen federt 0,3 mm je Tonne.

Mit einer Ladung über 50 t darf der Wagen mit einer Geschwindigkeit von höchstens 45 km/Std. laufen. Ohne Ladung oder mit einer Ladung von höchstens 50 t ist die größte zulässige Geschwindigkeit 60 km/Std.

Der Wagen kann Krümmungen von 90 m Halbmesser und unter gewissen Umständen auch von 60 m durchlaufen. Der Raddurchmesser ist 730 mm. Die übrigen Hauptabmessungen ergeben sich aus Abb. 1, Taf. 9.

Der Q 23-Wagen (Abb. 2 u. 3, Taf. 9 sowie Textabb. 1 u. 2) hat zwei fünfachsigere Drehgestelle, an denen die Stoß- und Zugvorrichtungen angebracht sind. Auf jedem Drehgestell ruht mittels kegelförmiger Seitenrollen ein Endstück, gegen welches die Langträger geschraubt sind. Jedes Endstück ist mit einem kräftigen Drehzapfen versehen. Der Drehzapfen überträgt auch die Zug-, Stoß- und Bremskräfte. An den Endstücken befinden sich auch die Stützschauben a, die für denselben Zweck wie beim Q 19-Wagen bestimmt sind. Außerdem ist auf jedem Endstück ein nach der einen oder anderen Seite auslegbarer Arm c angebracht. Zum Wegnehmen oder Anbringen der Langträger kann an diesen Arm ein Hebezeug aufgehängt werden.

Der Wagen ist mit Knorr-Druckluftbremse ausgerüstet, die auf vier der fünf Achsen jedes Drehgestells wirkt, und wie der Q 19-Wagen mit Handbremse zum Festbremsen versehen.

Der Wagen federt 0,25 mm je Tonne.

Wenn der Wagen eine so schwere Ladung hat, daß der Achsdruck 13 t übersteigt, ist die größte zulässige Geschwindigkeit 45 km/Std. Bei kleineren Achsdrücken als 13 t darf der Wagen mit einer Geschwindigkeit von höchstens 60 km/Std. laufen.

Jedes Drehgestell wiegt 13,4 t. Die äußeren Achsen und die Mittelachse jedes Drehgestells haben eine Seitenverschiebung von 10 mm nach beiden Seiten. Der Wagen kann bei einer

Spurerweiterung von 30 mm Krümmungen von 80 m durchlaufen. Der Raddurchmesser ist 800 mm.

Wenn die hohen Langträger zur Verwendung kommen sollen (Textabb. 1 und Abb. 2, Taf. 9), können diese in vier verschiedenen Lagen an den Endstücken mittels verstellbarer Winkel befestigt werden, wodurch der Abstand zwischen den Innenkanten der Langträger 2650, 2505, 2240 bzw. 1975 mm wird. Die Transitbegrenzungslinie wird überschritten, wenn die lichte Weite zwischen den Langträgern größer als 2240 mm ist. Wenn man einen Langträger wegnehmen will, braucht man nur acht Schraubenbolzen (bei b) zu lösen.

Wenn ein gerades Gleis von genügender Länge vorhanden ist, kann bei der Abladung das Auseinandernehmen des Wagens auch in folgender Weise vorgenommen werden:

Der Transformator wird von den Langträgern gehoben, worauf diese von dem einen Endstück losgelöst werden. Die an dem freien Ende der Langträger vorhandenen Stützwinkel d werden weggenommen und durch die beiden an den Langträgern angebrachten Rollen e ersetzt. Unter jeder der Rollen e wird ein Schienenstrang einer Länge von mindestens 13 m ausgelegt, wobei zu beachten ist, daß die Schienen fest und sowohl in der waagerechten als senkrechten Ebene parallel mit dem Hauptgleise zu liegen kommen. Das eine Drehgestell und die auf den Tragrollen ruhenden Langträger können dann in der Richtung des Gleises verschoben werden, so daß der Transformator frei wird und aus der Spur gebracht werden kann.

Wenn ein geeigneter Hebekran zum Heben des Transformators nicht vorhanden ist, kann die Entladung auch in folgender Weise stattfinden:

Vier Hebeböcke werden unter die Langträger bei den Stützwinkeln d angebracht. Mittels der Hebeböcke wird das Rahmenwerk des Wagens mit dem darauf ruhenden Transformator so hoch gehoben, daß, nachdem eine feste Unterlage unter dem Transformator angebracht worden ist, das Wagenrahmenwerk nach der Senkung frei wird und auf die vorher erwähnte Weise auseinander genommen werden kann.

Der Wagen mit hohen Langträgern wiegt 50 t und hat eine Tragfähigkeit von 130 t, wenn die Ladung auf wenigstens 4 m Länge an der Wagenmitte verteilt wird. Jeder Langträger wiegt 7,8 t.

Soll der Wagen als Tiefladewagen (Textabb. 2) verwendet werden, werden die niedrigen, gebogenen Langträger an die Endstücke angeschraubt, und zwar so, daß

der Abstand zwischen den Innenkanten der Langträger 1975 mm beträgt. Der Wagen ist dann Transitwagen.

Jeder Langträger des Tiefladewagens wiegt 15,8 t.

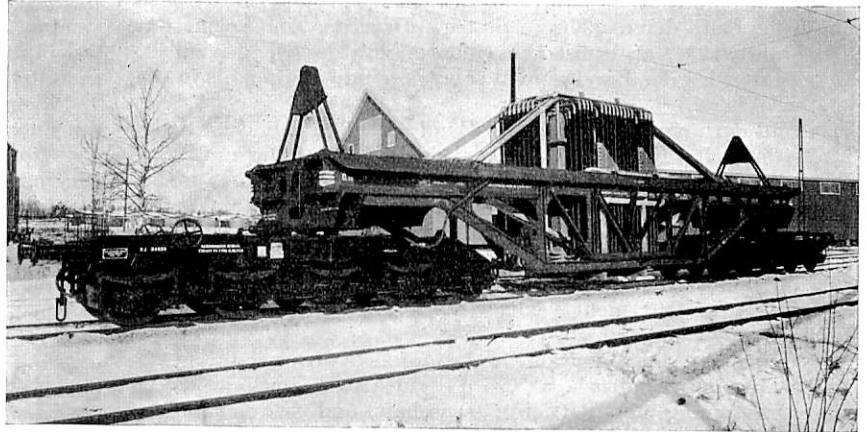


Abb. 1. Wagengattung Q 23 für Beförderung von Transformatoren.

Zu dem Wagen gehören fünf Stück lose Querträger f, die an einer beliebigen Stelle der Ladefläche angebracht werden können und mit Klemmschrauben festgehalten werden. Jeder Querträger wiegt 300 kg und hat eine Tragfähigkeit von höchstens 22 t, wenn die Ladung auf wenigstens 1 m Länge an der Balkenmitte verteilt wird.

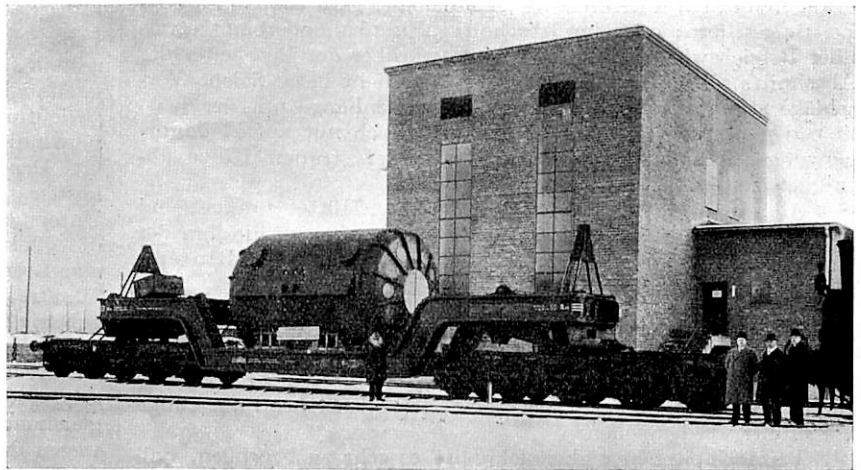


Abb. 2. Wagengattung Q 23 als Tiefladewagen.

Der Tiefladewagen mit Querträgern wiegt 68 t und hat eine Tragfähigkeit von 110 t, wenn die Ladung auf wenigstens 6 m Länge in der Wagenmitte verteilt wird.

## Bücherschau.

**Hütte**, Des Ingenieurs Taschenbuch, 26. Auflage, dritter Band, Berlin 1934, Verlag Wilhelm Ernst u. Sohn, 1204 S. Preis in Leinen geb. 16,50 *R.M.*

Schon seit längerer Zeit führt der dritte Band der altbekannten und -bewährten „Hütte“ die Bezeichnung „Hütte des Bauingenieurs“. Der innere Sinn dieser Bezeichnung liegt darin, daß sich der dritte Band vielfach im Grenzgebiete des Bau- und des Maschinenwesens bewegt, daß er geradezu die Fäden zwischen den beiden verwandten Fachrichtungen knüpft. Die neueste Auflage spiegelt allenthalben die Entwicklung von Wissenschaft und Anwendung bis in die neueste Zeit getreulich wieder. Bis in die Stoffeinteilung der Hauptteile wirkt das Bestreben, neue Ordnungen zu bilden, neue Zusammenhänge herzustellen. Demgemäß umfaßt nunmehr der dritte Band:

Statik der Baukonstruktionen — Grundbau, Maschinen-  
gründungen — Erd- und Tunnelbau — Eisenbetonbau — Hoch-

bau — Heizung und Lüftung — Fabrikanlagen und Garagenbau — Baumaschinen — Wasserwirtschaftstechnik: Theoretische Grundlagen, Wasserbau, Wasserkraftanlagen und Talsperren, Wasserversorgung. Abwasserbeseitigung und Städteentwässerung. — Straßenbau und Siedlungswesen — Brückenbau — Eisenbahnen: Reibungsbahnen (Bahnhofsanlagen. Sicherungsanlagen. Elektrische Bahnanlagen. Eisenbahnfahrzeuge. Dampflokomotiven und Tender. Elektrische Vollbahnlokomotiven. Rohöllokomotiven und Triebwagen. Eisenbahnwagen. Bremsen. Eisenbahnwerkstättenanlagen). Bergbahnen (Zahnradbahnen. Seilbahnen). Bezirks- und Nahverkehrsmittel — Anhang — Sachverzeichnis.

Kleinere Umstellungen und Ergänzungen sind in stattlicher Anzahl im Vorwort aufgeführt und erläutert. So hat die Bauingenieurhütte einen immerhin erheblichen Umbau durchgemacht. Ihre alten Vorzüge sind aber dabei erhalten geblieben: klare, be-

friedigende Auswahl des Stoffes, scharfe, meisterhafte Kürze und Treffsicherheit der Behandlung. Und überall sind daneben noch Ausblicke in die Weite wie in die Tiefe geschaffen. In reicher, fast verschwenderischer Fülle sind in den ganzen Band Quellen nachweise eingefügt, so zwar, daß in manchen Hauptstücken sich auf jeder Seite deren mehrere finden. Darunter sind solche aus dem Jahre 1934, also aus dem Geburtsjahre des Bandes selbst. Dergestalt wird der Band zum Wegbereiter und Führer bis in die letzten Winkel.

Und noch ein Vorzug ist dem Bande erhalten geblieben, seine Einheitlichkeit. Er ist ein Werk aus einem Gusse. Das muß zum Lobe des Generalstabes der „Hütte“ gesagt werden, um so mehr, als gerade in der Vorbereitungszeit des vorliegenden Bandes der Tod im Stab der „Hütte“ tiefe Lücken gerissen hat. Offenbar haben sich auch die Mitarbeiter willig dem Gesamtplane eingefügt. Und auch das will ein hohes Lob sein. Denn das Verzeichnis der Mitarbeiter umfaßt nicht weniger als 40 Namen, übrigens alles Namen von Rang und Ruf.

Wenn man den Band als Ganzes auf sich wirken läßt, so gewinnt man den Eindruck, als sei die glückhafte Leitlinie in der klaren Betonung der Betriebswissenschaft und -wirtschaft gefunden worden, vor allem natürlich in den Hauptteilen, die unmittelbar auf Bau und Betrieb gerichtet sind. Wo dies weniger scharf zum Ausdruck kommt, wie etwa im Abschnitt Eisenbahnwesen, mag es an der Überfülle des Stoffes, an der Vielgestaltigkeit des Gebietes liegen. Aber es wäre ein dankenswertes Beginnen, auch hier den Gedanken der Betriebswissenschaft (der Rationalisierung), ohne den heute kein Fortschritt mehr denkbar ist und den sich namentlich die Deutsche Reichsbahn zielbewußt zu eigen gemacht hat, als roten Faden einigend herauszuarbeiten.

Es wäre bei all den Vorzügen des Bandes ein müßiges Beginnen, etwa Wünsche auf Änderungen geltend zu machen. So etwa, wenn man im Abschnitt „Tunnelbau“ gern etwas läse über Leistungsziffern; oder im Abschnitt „Eisenbahnoberbau“ etwas über Betriebswirtschaft im Gleisbau, worüber der Bearbeiter des Abschnitts selbst Grundlegendes veröffentlicht hat. Solche Vorschläge stünden zwar in einem Zusammenhang mit der Leitlinie der Betriebswirtschaft, liefen aber doch nur auf bloße Ergänzungen hinaus, könnten also leicht der straffen Kürze abträglich sein.

Alles in allem wird sich jeder, der die „Hütte“ braucht und gebraucht, wieder der zuverlässigen Führung freuen, die ihm der vorliegende Band über ein weites Gebiet gewährt. Dr. Bloss.

**Dubbel, H.: Taschenbuch für den Maschinenbau.** Zwei Bände, 1720 Seiten. Mit etwa 3000 Textfiguren. 6. Auflage. Berlin: Julius Springer 1935. Geb. 22,50 *R.M.*

Die neue Auflage weist gegenüber der fünften Auflage eine Reihe von Verbesserungen auf, von denen nachstehend nur einige aufgeführt werden sollen:

Beim Kapitel Festigkeitslehre ist es sehr zu begrüßen, daß die Vorspannungen und Wärmespannungen, entsprechend ihrer Bedeutung in einem besonderen Abschnitt behandelt sind.

Im Kapitel Werkstoffkunde werden — zum ersten Male von einem Taschenbuch — die neueren Erkenntnisse über die Dauerfestigkeit vermittelt. Durch die Mitteilung von Versuchswerten über die Dauerfestigkeit und den Einfluß der Kerbformen auf die Beanspruchung kann der Konstrukteur jetzt mit guter Annäherung an die Wirklichkeit die Beanspruchungen ermitteln und dauerbruchsichere Bauformen finden. Daß die „Prüfung der Werkstoffe“ in die „Werkstoffkunde“ eingereiht wurde, ist gut, da sie besser hierher gehört als in die Festigkeitslehre. Der erhöhten Bedeutung des Schweißens hat man durch Aufnahme der Abschnitte „Die Schweißung in der Konstruktion und Bewertung von Schweißnähten“ Rechnung getragen. Die von der Normung aufgestellten Markenzeichnungen für die einzelnen Werkstoffe finden mehrfache Verwendung, so daß diese Kurzzeichen immer mehr in Anwendung kommen werden. Für die Leichtmetalle sind für den Konstrukteur sehr brauchbare Tafeln über Festigkeitseigenschaften hinzugekommen. Die nichtmetallischen Werkstoffe nehmen, entsprechend ihrer geringeren Bedeutung für den Maschinenbau nur mehr die halbe Seitenzahl wie früher ein. Doch hat man diese Stoffe durch Zahlenangaben über ihre Festigkeit und andere technisch wichtige Eigenschaften gekennzeichnet.

Beim Kapitel Maschinenteile wurde namentlich der Abschnitt „Zahnräder“ umgearbeitet und auf die Normen weitgehend Bezug genommen.

Bei den „Hebe- und Fördermitteln“ sind weniger wichtige Skizzen weggefallen und durch neuere Ausführungen ersetzt worden. Der Text ist durch straffere Zusammenfassung bei Weglassung von allem Überflüssigen wesentlich zu seinen Gunsten umgestaltet worden.

Sehr zu begrüßen ist es, daß ein Abschnitt „Kraftwagen“ neu aufgenommen wurde.

Im völlig umgearbeiteten und erweiterten Kapitel über Werkzeugmaschinen sind neu hinzugekommen die Räummaschinen.

Im übrigen kann zusammenfassend gesagt werden: Eine klare Darstellung, gut ausgewählte Figuren und zahlreiche vollständig durchgerechnete Beispiele machen auch den neuen „Dubbel“ zu einem wertvollen Hilfsmittel sowohl für den Schüler als auch für den Konstrukteur.

Daß in der neuen Auflage der erste Band ein Sachverzeichnis erhalten hat, ist erfreulich, da hierdurch das Nachschlagen sehr erleichtert wird.

#### **Neuere Methoden für die Betriebsuntersuchungen der Bahnanlagen.**

Von Dr. Ing. Wilhelm Müller, ord. Professor an der Technischen Hochschule Berlin. Mit 37 Textabbildungen und 7 Tafeln. VI, 45 Seiten. Berlin: Julius Springer 1935. Preis 5,80 *R.M.*

Das Buch ist aus drei Aufsätzen im „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ entstanden und enthält in drei Abschnitten betriebliche Untersuchungen: flachgeneigter Bahnhöfe, der freien Strecke und der Ablaufanlage eines Verschiebebahnhofs.

Im ersten Abschnitt ist die Ermittlung der Zugfolgezeiten bei Güterzugüberholungen, der Zugfolge- und Wendezeiten von Personenzügen und der Rangierzeiten von Nahgüterzügen dargestellt. Im Zusammenhang damit ist der Bremsvorgang, dem jetzt angesichts der Steigerung der Zuggeschwindigkeiten besondere Bedeutung zukommt, unter Berücksichtigung der mit der Geschwindigkeit veränderlichen Bremsreibung entwickelt.

Der zweite Abschnitt enthält einen Vergleich der Zugförderkosten eines Güterzuges für zwei verschiedene Leitungswege, eine Untersuchung über Vorsprungetzeiten von Zügen, Angaben über die günstigste Einteilung einer Strecke in Blockstrecken, ferner eine Betrachtung über die Fahrzeiten beim Einlegen von Langsamfahrstrecken sowie schließlich ein Verfahren zur Ermittlung der zulässigen Länge von Anlaufsteigungen, wie sie bei der Beseitigung schienengleicher Kreuzungen bei Bahnhofsumbauten vorkommen. In diesem Abschnitt verdient das Verfahren zur Berechnung der Zugförderkosten einen besonderen Hinweis, das nur elf Kostengleichungen — gegenüber 23 bei der Zuko — benützt und sich wegen der zeichnerischen Darstellung der Fahrzeiten im Längenprofil durch große Anschaulichkeit auszeichnet.

Der dritte Abschnitt bringt zunächst eine Berechnung der Kosten für das Zerlegen eines Güterzuges, dann ein neues Verfahren zur Bestimmung der Wagenfolgezeiten und Zuführungsgeschwindigkeiten beim Ablauf, bei dem die Geschwindigkeitsänderungen und Laufwege auf einfache Weise lediglich durch Abgreifen mit dem Zirkel gewonnen werden können, und endlich die Darstellung einer Schleppfahrt von den Richtungsgleisen über den Ablaufberg in die Einfahrgleise mit dem zugehörigen Brennstoffverbrauch.

Das Buch ist in erster Linie als Lehrmittel für Studierende des Eisenbahnwesens gedacht. Als solches ist es sicherlich von hohem Wert. Denn die angegebenen, an Beispielen ausführlich erläuterten Verfahren, die die wichtigsten Gebiete des Eisenbahnbetriebes umfassen, geben den Studierenden zusammen mit den in Zahlentafeln und Schaubildern beigegebenen Unterlagen aus der Praxis das Rüstzeug in die Hand, damit sich jeder selbst ein Urteil über den betrieblichen Wert seiner Entwürfe nach den drei Gesichtspunkten der Sicherheit, Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit bilden kann. Aber auch der im Beruf stehende Eisenbahner wird aus dem Buch mannigfaltige Anregungen für die Behandlung betrieblicher Fragen schöpfen können.

Dr. Ing. Massute.