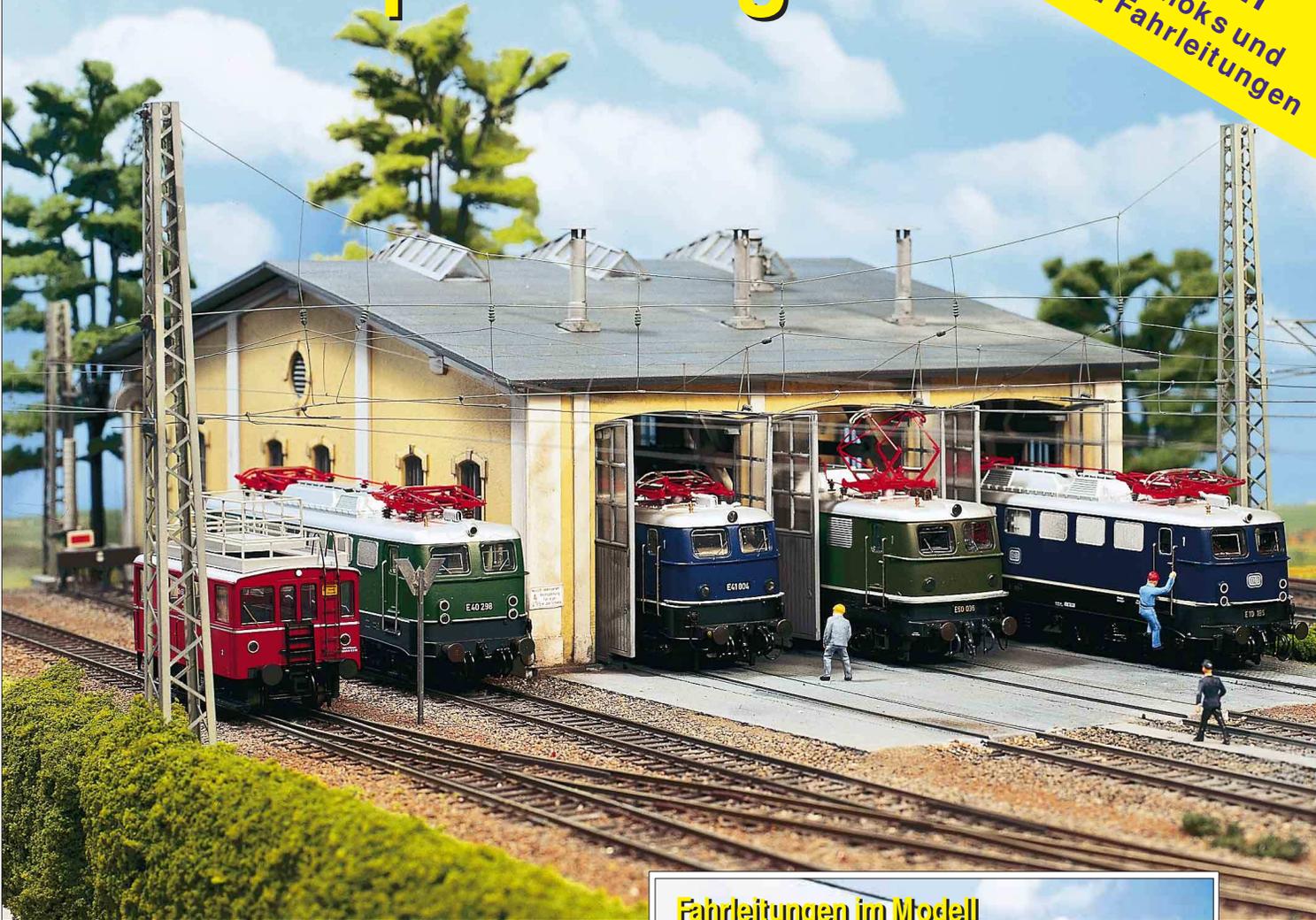


# MIBA SPEZIAL 35

## Modellbahn unter Spannung

**S. 6 Grundlagen**  
So ist's beim Vorbild: Elloks und  
Pantographen, Maste und Fahrleitungen



- Anlagen-Bauprojekt
- Das Ellok-Betriebswerk**
- Vorbild und Modell
- Turmtriebwagen**
- Ellokausrüstung
- Aufs Dach gestiegen**



Fahrleitungen im Modell  
**Filigran oder stabil?**



Woran wurden früher Modellbahn-Anlagen gemessen. An der Gestaltung? An der Fläche? An der Anzahl der Loks? Vielleicht. In jedem Fall aber an der Anzahl der Stromkreise, denn diese bestimmte die Anzahl der Züge, die gleichzeitig auf der Anlage kreisen konnten, und darauf, nur darauf kam's an! Mochte das Oval mit dem Parallelkreis noch so klein sein, eine Batterie von Trafos auf dem Schaltbrett davor vermochte das Prestige des Betreibers enorm zu heben.

Steigerungen waren nur möglich, wenn man weitere Kreise dazubaute. Das ließen die Platzverhältnisse aber nicht immer zu. Wenn noch mehr Züge unabhängig voneinander bewegt werden sollten, mußte eine Oberleitung her! Damit war auf einen Schlag – ein Vollausbau vorausgesetzt – sogar eine Verdoppelung der Stromkreise möglich.

Diese Überlegung führte bei mir vor Jahren dazu, Mutter schon im Sommer das Versprechen abzurufen, an Weihnachten eine Ellok, nämlich die E 41 von Märklin, zu schenken. In den folgenden Monaten spielte sich wöchentlich – denn in diesem Rhythmus gab es Taschengeld – das immergleiche Ritual im Spielwarengeschäft ab: „Ein Mast und ein Fahrdraht, bitte.“ Da störte es auch nicht, daß so das meiste Taschengeld draufging. Die Oberleitung wuchs mit der Zeit über die gesamte Anlage und konnte zum Fest mit der nagelneuen E 41 feierlich in Betrieb genommen werden. Weitere Elloks kamen hinzu und irgendwann war tatsächlich die Zahl der gleichzeitig fahrenden Züge verdoppelt.

Heute im Zeitalter der Digitaltechnik haben zusätzliche Stromkreise immer weniger Bedeutung. In den Betriebsanleitungen der Digitalsteuerungen wird sogar ausdrücklich davor gewarnt, über die Oberleitung ein weiteres Digitalsignal zu leiten. Wozu auch? Wer 99 Luftballons, äh, Lokmodelle einzeln steuern kann (bei einigen Systemen können sogar noch mehr Adressen angewählt werden), hat kaum Bedarf, dies auf 198 einzeln ansteuerbare Loks zu verdoppeln.

Der Modell-Fahrdraht hat also seine Bedeutung hinsichtlich der technischen Notwendigkeit verloren. Aber sehen wir diesen Verlust nicht als Mangel, sondern als Chance: Als Chance zu mehr Maßstäblichkeit nun auch in diesem Bereich.

Ein Fahrdraht des Vorbilds hat – abgesehen von den beiden Einkerbungen für die Klemmen – einen runden Querschnitt von 12 mm (s.S. 44). Das ergibt in H0 nur noch die Wenigkeit von 0,13793103448 usw. Millimeter, in N bleiben gar nur 0,075 mm übrig. Erst bei den größeren Spurweiten – wie etwa 0 – ist mit 0,26 mm eine einigermaßen belastbare Drahtdicke erreicht. Auch 0,5 mm ist noch ein Wert, den man als dünn bezeichnen kann, obwohl

Wie Sie sehen, sehen Sie nichts! Oder jedenfalls fast nichts. Auf unserem Redaktions-Diorama eines kleinen Ellok-Bws ist besonders dünner Draht verwendet worden. Ein Experiment, über dessen Ausgang Sie ab Seite 24 lesen.

Gerhard Peter arrangierte das Titelbild.

Rolf Knipper baute eine Oberleitung für Schnellfahrstrecken und beschreibt ausführlich seine Vorgehensweise.



## Was heißt hier dünn?

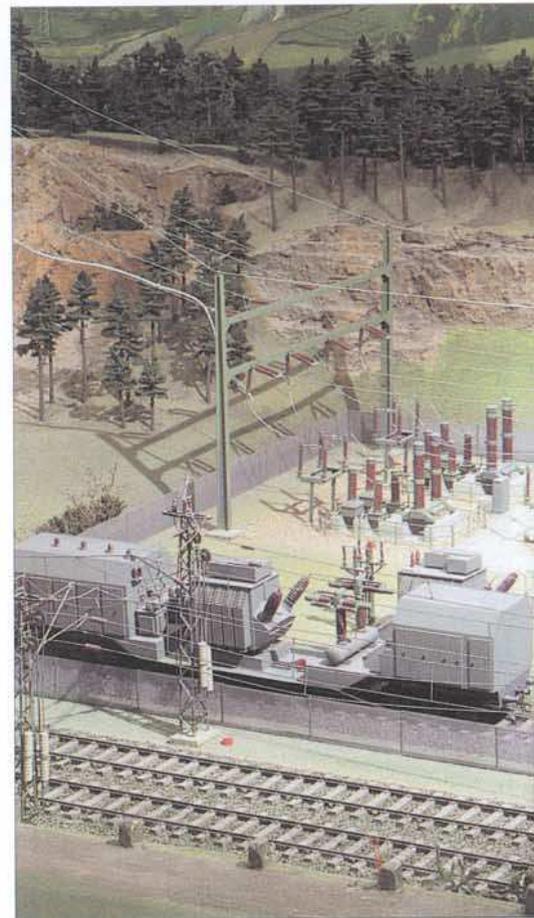
dieser Durchmesser mit satten 360 Prozent über dem rechnerisch exakten Maß liegt. Wer würde eine solche Abweichung bei seinen Lokmodellen akzeptieren?

Was heißt also dünn? Entscheiden muß jeder diese Frage selbst und für sich. Wir bieten mit diesem Spezial für jede Möglichkeit Beispiele: Ob 0,3- oder 0,5-mm-Fahrdraht, ob funktionsfähige oder nur zum Betrachten geeignete Oberleitung – in jedem Fall ist dieses Spezial ein Plädoyer für Spannung über dem Gleis. Geben wir auch der elektrischen Traktion die Illusion, mit ihrer spezifischen Energie versorgt zu werden. *Martin Knaden*



**Kompromiß überm Gleis.** Rolf Knipper legte beim Bau seiner Schnellfahroberleitung großen Wert auf die Funktionsfähigkeit. Daher baute er seine Re-250-Oberleitung unter Verwendung von Sommerfeldt-Material. Was es dabei zu beachten gibt, erfahren Sie ab Seite 60.

**Nicht aus der Steckdose.** Im Verkehrsmuseum Nürnberg kann man sehr anschaulich den Weg des Stroms vom Kraftwerk bis zur Oberleitung auf einem Modelldiorama verfolgen. Unser Bericht erläutert dazu die Technik des Originals. Ab Seite 66.



**Das Ellok-Bw.** Gerhard Peter und Martin Knaden wollten unbedingt wissen, wie weit man eine Oberleitung verfeinern muß, um sie nicht mehr zu sehen. Nach wochenlangem Leimen und Lötten wurde unser Redaktionsdiorama auf den allerletzten Drücker doch noch fertig. Die ebenfalls fix und fertigen Autoren erzählen von ihren Erfahrungen ab S. 24.



# MIBA SPEZIAL

## INHALT MIBA-SPEZIAL 35:

### ZUR SACHE

Was heißt hier dünn? 3

### GRUNDLAGEN

Energie aus dem Draht 6

### VORBILD + MODELL

Schwer auf Draht! 16  
Nicht aus der Steckdose ... 66

### VORBILD

Strom für die DB ... 22  
Turmhoch hinaus 36  
Völlig von der Rolle 46  
Es gibt keine alten Loks ... 74

### ANLAGENBAU

Das Ellok-Bw 24

### MODELLBAHN-PRAXIS

Ein Tag mit dem TVT 42

### MODELLBAU

Gucken erwünscht – berühren verboten 52  
Kompromiß überm Gleis 60  
Einer E-Lok aufs Dach gestiegen ... 80  
Einfachoberleitung für Industriebahn 90

### WERKSTATT

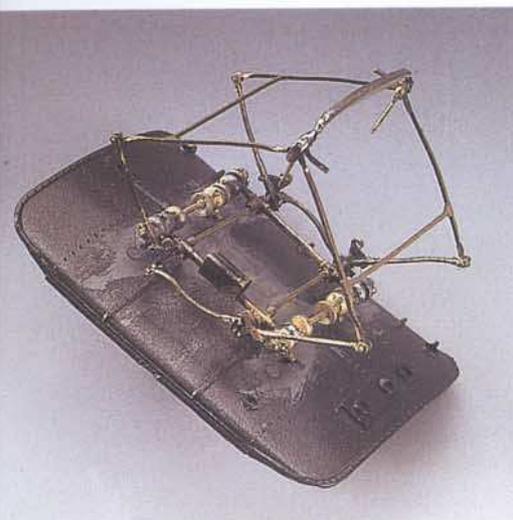
Pantographen für Altbau-Elloks 84  
Strom aus der Steckdose 88

### 50 JAHRE MIBA

Ahornmasten und Plexispinnen 98

### ZUM SCHLUSS

Vorschau/Impressum 106



**Pantographen für Altbau-Elloks.** Die Stromabnehmer auf Großserienmodellen haben sich bis heute eine gewisse Robustheit bewahrt. Wie es auch feiner und detaillierter geht, zeigt Markus Tiedtke ab Seite 84.

**Energie aus dem Draht.** Heute ist für uns die elektrische Traktion eine Selbstverständlichkeit. Aber auch diese Art der Energieversorgung für Eisenbahnfahrzeuge hat mal in den Kinderschuhen gesteckt. Bernd Zöllner beschreibt die Entwicklung von Lokomotiven, Stromabnehmern und Fahrleitungen ab Seite 6. Foto: Lothar Weigelt



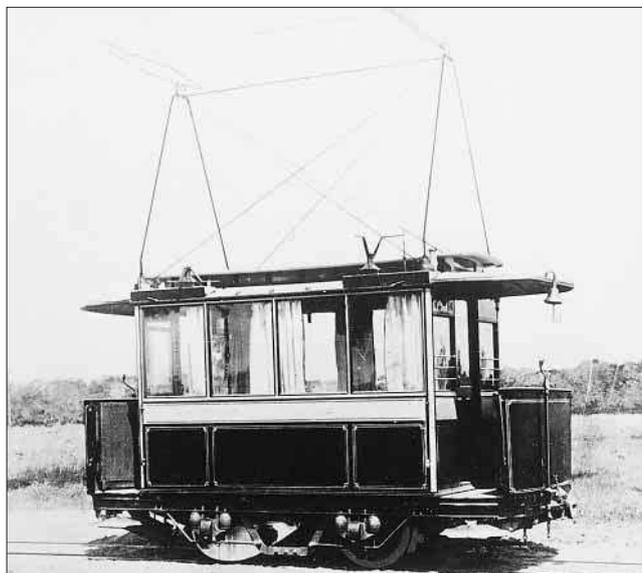




## Entwicklung der elektrischen Traktion in Deutschland

# Energie aus dem Draht

*Die elektrische Traktion war nicht die erste Traktionsart bei den Eisenbahnen, aber letztlich die wirksamste. Auch sie hat mal klein angefangen. Doch vom zachsigen Ausstellungsbahnchen zum weltweit führenden Konzept für Hochgeschwindigkeitsverkehr war es ein weiter Weg stetiger Entwicklung. Bernd Zöllner umreißt die Entwicklungsgeschichte von Triebfahrzeugen, Pantographen und Oberleitungen.*



**Oben ein zu Recht bekanntes Motiv: Die erste Elektrolokomotive, die der Öffentlichkeit vorgestellt wurde, zog auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahr 1879 ihre Runden.**

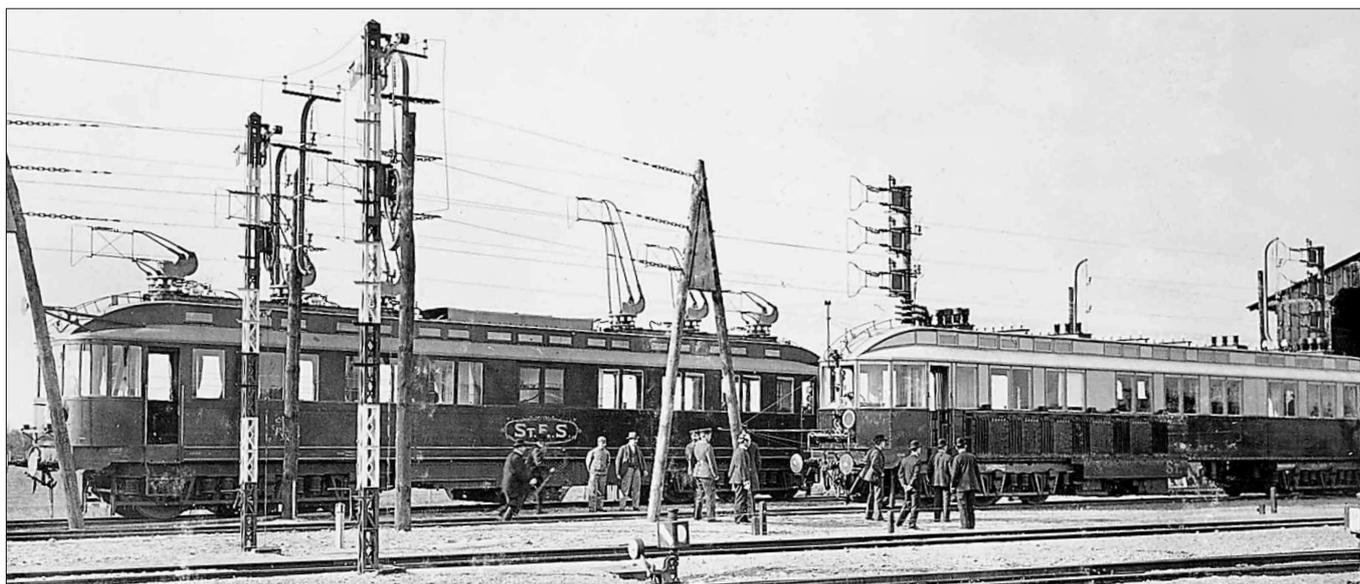
**Der Beweis, daß Schienenfahrzeuge mit elektrischem Antrieb durchaus brauchbar waren, wurde von den ersten Straßenbahnen erbracht.**

**Fotos: Siemens-Museum**

Sehr schnell hatte Werner Siemens nach der Entdeckung des elektrodynamischen Prinzips und der daraus abgeleiteten Konstruktion eines Elektromotors dessen hervorragende Eignung für den Antrieb von Schienenfahrzeugen erkannt. Die Vorführung einer für den Senftenberger Braunkohlenbergbau vorgesehenen kleinen zachsigen Lokomotive zum Bewegen einer Ausstellungsbahn auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879 stand am Beginn einer weltweiten Entwicklung zum Antrieb von Schienenfahrzeugen.

Wie so oft am Beginn einer technischen Entwicklung war es nicht ganz einfach, sie in die Praxis umzusetzen. Das lag vor allem daran, daß viele Komponenten für den elektrischen Betrieb erst zur Praxisreife geführt werden mußten, aber auch an Widerständen durch Politik und Militär. So scheiterte Werner Siemens zunächst mit seinen Plänen, in Berlin eine elektrische Hochbahn zu bauen, und konnte erste Praxiserfahrungen schließlich auf einer eigens erworbenen stillgelegten Strecke in Lichterfelde bei Berlin sammeln. Hier entstand 1881 die erste elektrische Straßenbahn der Welt. Sie wurde durch ein hierfür errichtetes dampfbetriebenes Kraftwerk mit 180 V Gleichstrom versorgt.

Die damals gewählte Art der Stromzuführung erinnert uns an das heute noch übliche Prinzip bei der Modell-



bahn: Der Zuleitung dienten die Schienen, der Motor war mittig im Fahrgestell angeordnet, die Kraftübertragung von der parallel zu den Fahrzeugachsen angeordneten Motorwelle erfolgte über Riemen auf beide Achsen. Die Fahrgeschwindigkeit konnte in gewissen Grenzen geregelt werden, auch war bereits eine elektrische Umsteuerung der Fahrtrichtung vorhanden.

Da es sich sehr schnell zeigte, daß eine Stromzuführung ausschließlich über die Schienen technisch und aus Sicherheitsgründen nicht möglich war, gab es erste Versuche mit zweipoligen Oberleitungen und anderen Systemen.

Eine rasante Entwicklung in Amerika führte dann schnell zu einfachen und zugleich zuverlässigen Lösungen: Die Stromzuführung über eine aus blanken Kupferleitungen ausgeführte oberirdische Schleifleitung mit Stangenstromabnehmern oder Schleifbügeln und den Schienen als Rückleiter. Dies führte zu einer relativ einfachen Oberleitung, die allgemein im Straßenbild akzeptiert wurde und zu einer schnellen Verbreitung der elektrischen Straßenbahn in nahezu allen großen Städten führte.

Die Erfahrungen mit dem Betrieb elektrischer Straßenbahnen, die insbesondere in Amerika bald auch größere Entfernungen zurücklegten, zeigten die grundsätzliche Praxistauglichkeit des elektrischen Bahnbetriebes.

Doch hier stand zunächst die Frage nach dem geeigneten Stromsystem im Raum. Sehr schnell hatte sich gezeigt, daß der zunächst angewandte Gleichstrom und der dabei zur Anwendung kommende Reihenschlußmotor sich hervorragend für den Bahnbetrieb eignete. Bei den für den Bahnbetrieb notwendigen Leistungen erfordert der

steigende Stromfluß jedoch erhöhte Leitungsquerschnitte und einen enormen Aufwand bei der Regelungstechnik.

Daher setzten bereits sehr früh Bemühungen ein, Drehstrom und den daraus abgeleiteten einphasigen Wechselstrom für den Bahnbetrieb zu nutzen. Doch die für Drehstrom erforderlichen drei Leiter führen zu einer mindestens zweipoligen Fahrleitung. Einphasen-Wechselstrom benötigt dagegen nur eine einpolige Oberleitung, es gab aber keine Motoren, die sich bei der damals schon üblichen Frequenz von 50 Hz ähnlich dem Gleichstrommotor in der Drehzahl regeln ließen.

Versuche mit Drehstrom führten zunächst zu erstaunlichen Anfangserfolgen. Die Versuchsfahrten der Studiengesellschaft für elektrische Schnellbahnen auf der Militärbahn Marienfelde-Zossen bei Berlin führten zu Geschwindigkeiten, die bis dahin mit Eisenbahnfahrzeugen nicht

erreichten worden waren. Von den Triebwagen der AEG und Siemens erreichte am 25.11.1903 der Siemens-Wagen mit 210,2 km/h einen lange unerreichten Geschwindigkeitsrekord.

Doch die seitlich angeordnete, dreipolige Oberleitung verhinderte eine eisenbahntechnische Anwendung dieser Stromart. Daher konzentrierten sich die Bemühungen auf die Anwendung des Einphasen-Wechselstromes für die Anwendung bei der Eisenbahn.

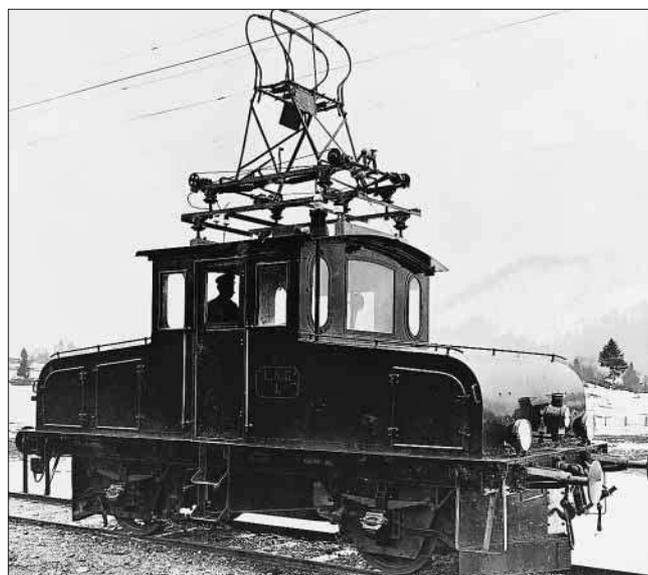
## Erste elektrische Staatsbahn

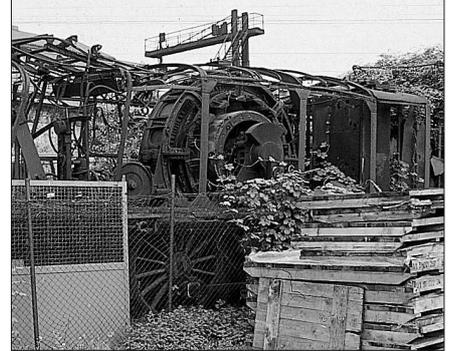
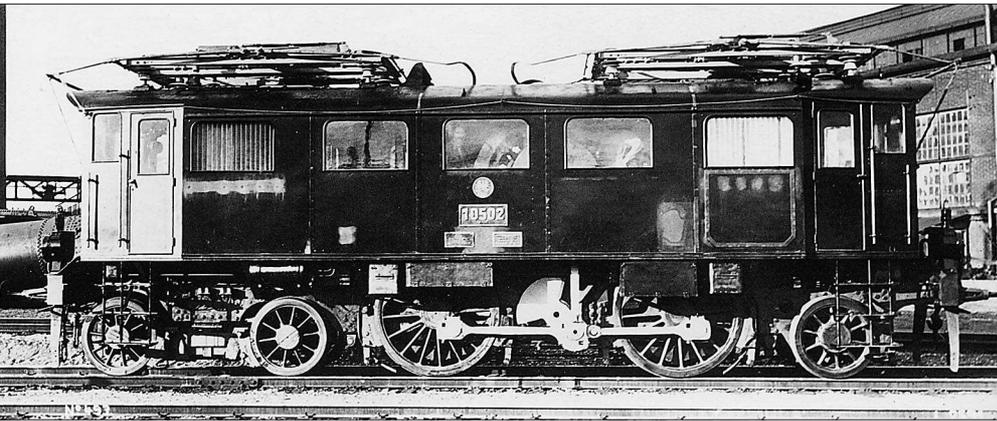
Erste Versuche wurden von der KPEV gemeinsam mit der AEG auf der Strecke Niederschöneweide-Spindlersfeld bei Berlin durchgeführt. Dabei wurden 6achsige Triebwagen eingesetzt, die ursprünglich für die mit Drehstrom zu elektrifizierende Lokalbahn Murnau-Oberammergau vorgesehen waren und für diesen Zweck mit entsprechenden Motoren ausgerüstet worden waren.

**Oben: Die beiden Schnelltriebwagen von AEG und der Siemens & Halske AG stehen zusammen in Marienfelde-Zossen. Die dreipolige Oberleitung für Drehstrom konnte sich aus leicht nachvollziehbaren Gründen nicht durchsetzen.**

**Die L.A.G. 1 war die erste mit einphasigem Wechselstrom betriebene Lokomotive.**

**Fotos: Siemens-Museum**





Bereits die preußischen Elloks – hier die ES 2 – hatte Scherenstromabnehmer, die weitgehend der heute noch üblichen Bauform entsprechen. Foto: Archiv Bellingrodt/MIBA  
Oben die ES 2 im heutigen Zustand ... Foto: Bernd Zöllner

Die Ergebnisse waren so vielversprechend, daß die Strecke Murnau-Oberammergau noch vor der Aufnahme des elektrischen Betriebes auf Einphasen-Wechselstrom 5000V/15 Hz umgestellt wurde. Die fast fertiggestellten 2poligen Fahrleitungsanlagen wurden entsprechend umgebaut.

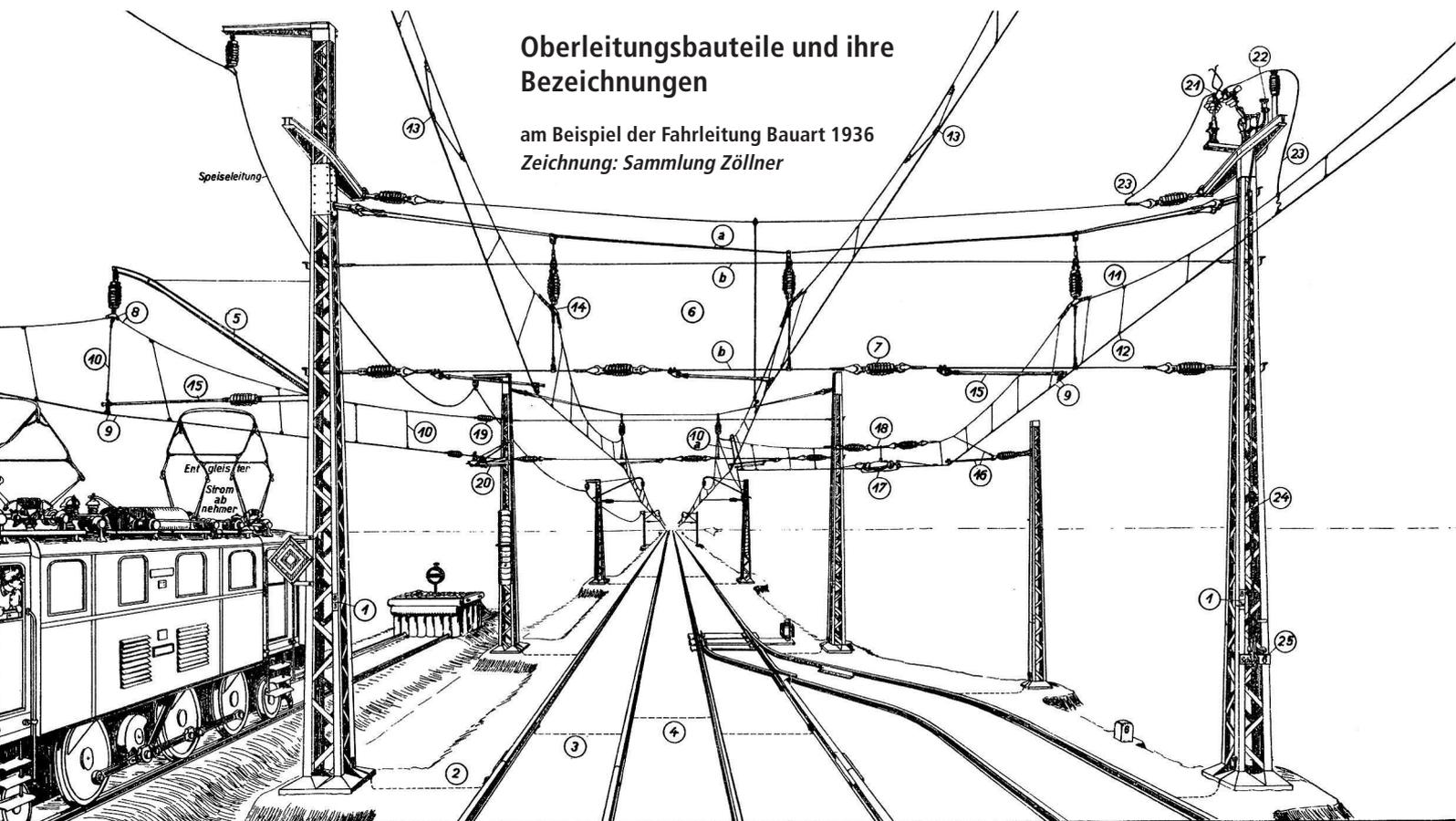
Am 24.1.1903 wurde der elektrische Betrieb eröffnet. Die für diese Strecke 1906 beschaffte 2achsige LAG 1, die

spätere E 69 01, war somit die erste deutsche Wechselstromlokomotive und hat – in den Originalzustand zurückversetzt – heute einen Ehrenplatz im Deutschen Museum.

Die guten Ergebnisse führten schon 1909 zu dem Beschluß, die Elektrifizierung in Mitteldeutschland planmäßig durchzuführen und darüber hinaus die schlesische Gebirgsbahn Lauban-Königszell mit einigen Neben-

strecken zu elektrifizieren. Bei der Streckenausrüstung kamen die Oberleitungsbauarten der Firmen Siemens und AEG zur Anwendung. Allen gemeinsam war bereits die Ausführung als Kettenfahrleitung mit Spannweiten bis zu 75 m, die sich bei den damals max. üblichen 110 km/h durchaus bewährten.

Die in verschiedenen Ländern fast gleichzeitig einsetzenden Bestrebun-



### Oberleitungsbauteile und ihre Bezeichnungen

am Beispiel der Fahrleitung Bauart 1936  
Zeichnung: Sammlung Zöllner

- 1 Mastnummer
- 8 & = Kilometerzahl
- 3 Ja = lfd Mast Nr in km &
- 2 Mastertung
- 3 Schienenverbinder
- 4 Gleisverbinder
- 5 Ausleger
- 6 Quersilanordnung
- a Quertragsseil
- b Richtseil

- 7 Isolation im Richtseil
- 8 Tragsseil mit Tragsseilklemme am Stützpunkt
- 9 Fahrdraht mit Seitenhalterklemme
- 10 Hängerseil 10a Elektrische Verbindung
- 11 Hängerklemme am Tragsseil
- 12 Hängerklemme am Fahrdraht
- 13 Verankerungspunkt des Fahrdrahtes
- 14 Fahrleitungsstützpunkt im Quertragswerk
- 15 Seitenhalter

- 16 Bogenabzug
- 17 Streckentrenner
- 18 Zugehörige Trennung im Tragsseil
- 19 Tragsseilabspannung
- 20 Fahrdrachtspanner
- 21 Schalter mit Erdkontakt
- 22 Erdungsbügel
- 23 Schalterkittungen
- 24 Schaltgestänge
- 25 Schalterantrieb

<small>         1936          Entwurf: (16. 8. 33)          Entwurf: (12. 8. 33)          par/27       </small>	<small>         MIBA          Planer-Bauabteilung          W. 2. 33       </small>	<small>         Reichsbahnverwaltung München          München den 16. Februar 33       </small>	<small>         Deutsche          Reichsbahn-Gesellschaft       </small>
<b>Fahrleitungs- Ausrüstung</b>			<b>Ez 1185</b> <small>Abdruck vom 15. März 33</small>

gen zur Elektrifizierung von Hauptbahnen führten bereits 1912 in einer sehr vorausschauenden Weise zu einem Übereinkommen zwischen den preußisch-hessischen, bayerischen und badischen Staatsbahnen über die einheitliche Verwendung des Einphasen-Wechselstromsystems mit 15000 V und  $16 \frac{2}{3}$  Hz, dem sich später auch die Staatsbahnen von Österreich, Norwegen und Schweden sowie die SBB und BLS der Schweiz anschlossen.

Die Einstellung des elektrischen Betriebes in Mitteldeutschland bei Ausbruch des ersten Krieges und der dadurch recht mühsame Fortschritt der Elektrifizierungsarbeiten in Schlesien führten dazu, daß bis in die zwanziger Jahre die Entwicklung nur sehr schleppend vorankam.

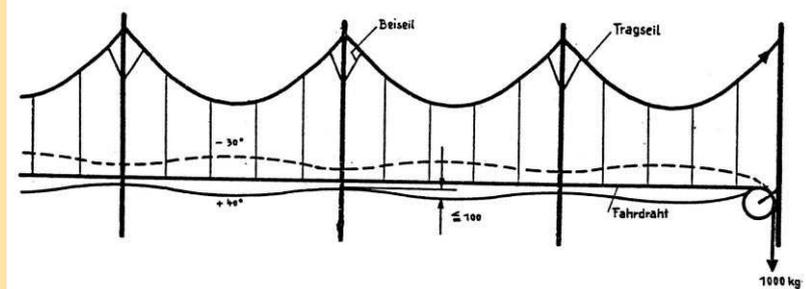
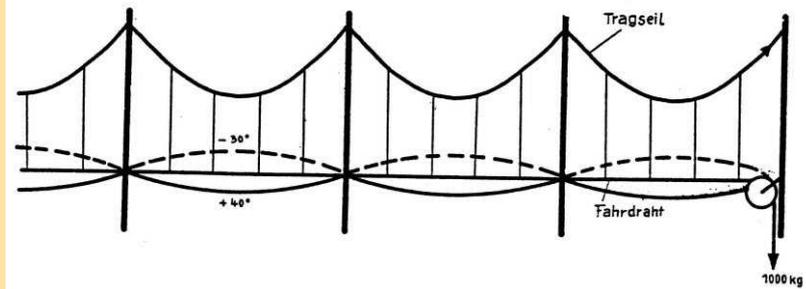
Bedingt durch die schwierige wirtschaftliche Situation nach dem ersten Weltkrieg konnte der elektrische Betrieb nur langsam wiederaufgenommen werden, auch die Umstellung der bereits vor dem Krieg geplanten Strecken auf elektrischen Betrieb dauerte länger als vorgesehen.

Allen elektrischen Lokomotiven dieser Generation gemeinsam war ein hoch auf dem Fahrzeugrahmen angeordneter Motor und der Antrieb über einen Parallelkurbeltrieb auf eine Blindwelle, die über Kuppelstangen das Drehmoment auf die Treibräder übertragen – eine bewährte Technik, die vom Dampflokbau übernommen werden konnte. Die Stromabnehmer waren von Anbeginn bis auf wenige Ausnahmen bereits Scherenstromabnehmer, die je nach Hersteller noch konstruktiv sehr unterschiedlich ausgebildet waren.

Nach Gründung der DRG wurden die Pläne für eine Streckenelektrifizierung mit Schwerpunkt der von München ausgehenden Strecken weiterverfolgt. 1922 wurde ein Typenprogramm für aufgabenspezifische Ellokreihen entwickelt. Dieses Typenprogramm umfaßte die teilweise noch auf Länderbahn-Entwicklungen zurückzuführenden Baureihen E 06, E 16, E 32, E 52, E 60, E 77, E 79 und E 91.

Als Standard-Stromabnehmer wurde der von Siemens entwickelte spätere SBS 9 mit integriertem Abschalte vorgeschrieben.

Die weiterführenden Elektrifizierungspläne machten eine Abkehr von den Firmenbauarten bei den Oberleitungen zwingend notwendig. Erste Vorschriften für eine Einheitsfahrleitung gab es ab 1924; Grundlage war



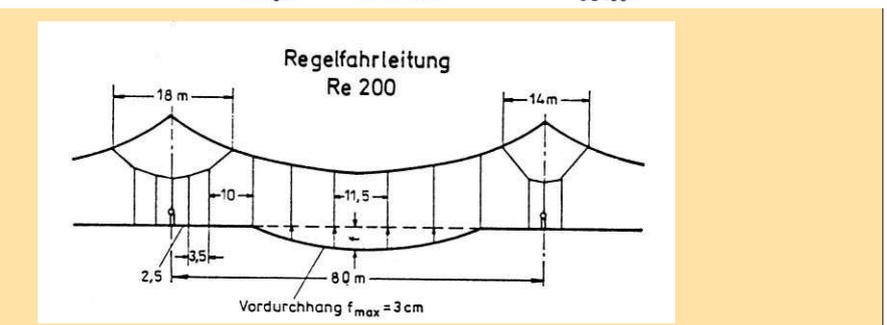
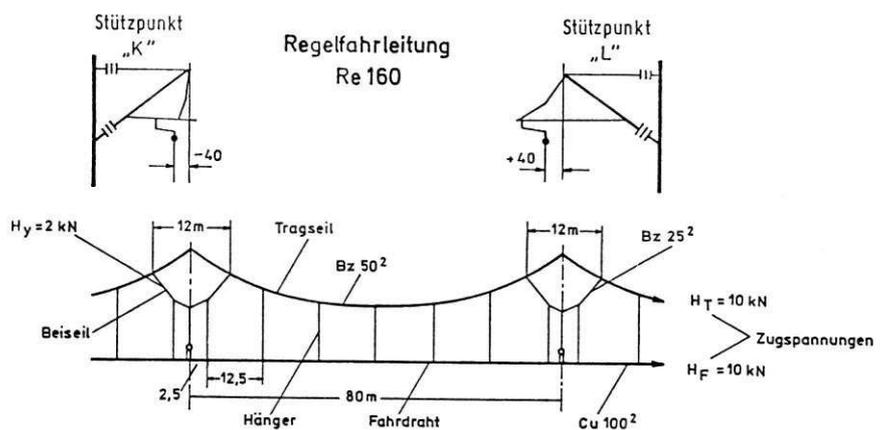
### Bauarten von Kettenfahrleitungen

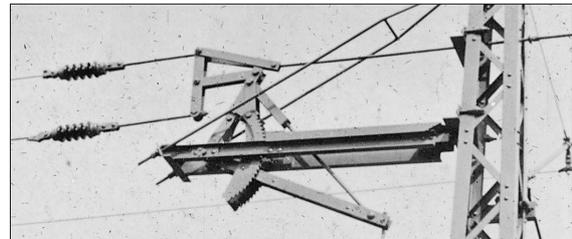
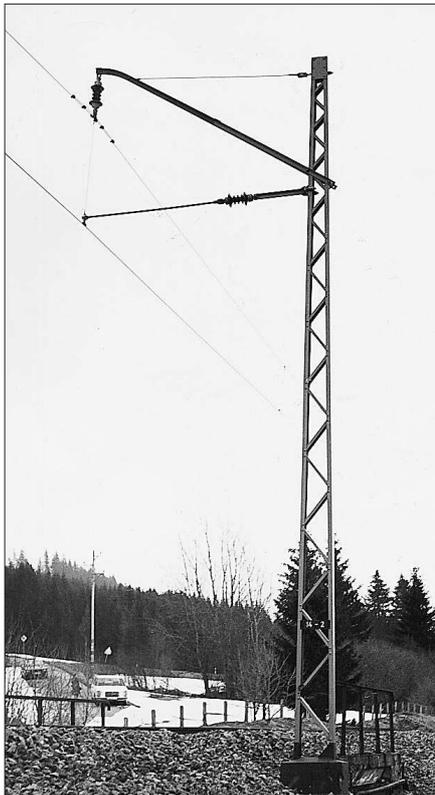
Noch aus dem Regelwerk von 1950 stammen diese beiden Zeichnungen, die nicht nur den bei Temperaturschwankungen extrem unterschiedlichen Höhenverlauf des Fahrdrabtes deutlich machen, sondern auch wesentliche Bauart-Unterschiede in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit aufzeigen.

Oben eine Darstellung des Kettenwerkes der für 100 bzw. für 120 km/h ausgelegten Regelfahrleitung Re 100 bzw Re 120. Hier war 1950 das Tragseil noch nicht abgespannt, ein Y-Beiseil findet sich erst bei der Bauart Re 120. Deutlich wird aber bereits der wesentlich gleichmäßigere Höhenverlauf des Fahrdrabtes, der durch das Y-Beiseil erreicht wird.

Unten der grundsätzliche Aufbau des Kettenwerkes bei den für 160 bzw. 200 km/h geeigneten Bauarten Re 160 und Re 200. Der Fahrdraht wird nicht mehr am Ausleger, sondern an angelenkten Seitenhaltern befestigt. Um auch bei höheren Geschwindigkeiten einen möglichst horizontalen Lauf des Stromabnehmers zu erreichen, erhält der Fahrdraht im mittleren Bereich einen Vordurchhang.

Zeichnungen: Sammlung Zöllner





Die typische Gittermastform der Reichsbahn-Bauart und ein Flachmast der Bundesbahnbauart. Oben: nicht mehr gebräuchliches Hebelspannwerk, rechts diverse Radspanner in Einzel- und Mehrfach-Kombination. Unten ein E-Verbinder zum Überbrücken von zwei Fahrdrähten.



eine modifizierte Ausführung der Fahrleitung auf der Strecke Freilassing-Bad Reichenhall.

Hauptmerkmale dieser Bauart waren bei der Streckenausrüstung genietete Gittermaste mit Schrägauslegern aus T-Profilen und langen bzw. kurzen Seitenhaltern, an denen der Fahrdraht direkt befestigt war. Die Seitenhalter waren dabei am Schrägausleger abgelenkt. Für die Überspannung von Bahnhöfen wurde die Querseilaufhängung angewendet.

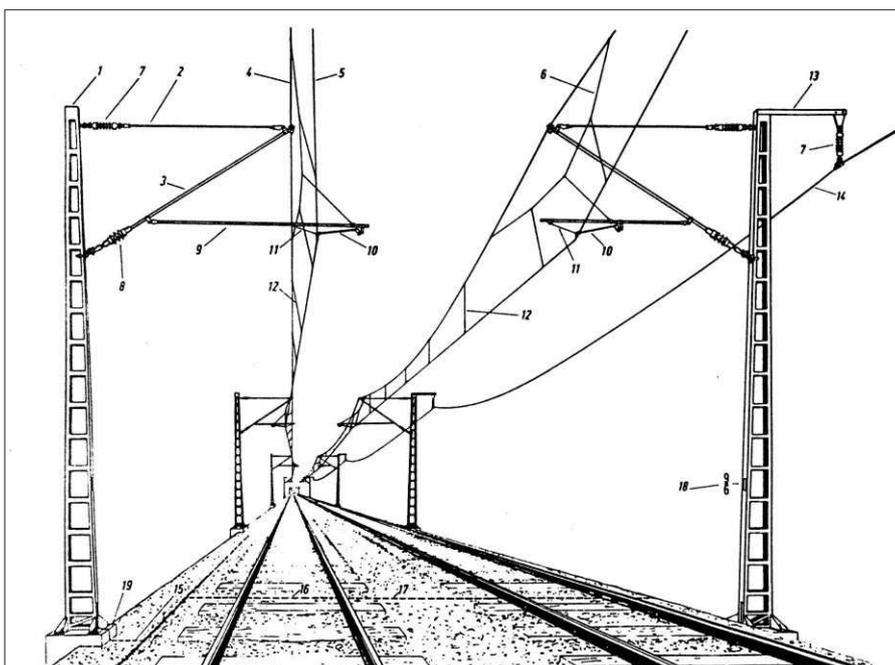
Untersuchungen über das Verhalten

des Stromabnehmers bei höheren Geschwindigkeiten zeigten, daß die Aufhängung am Mast eine harte Stelle ist. Hier konnten Verbesserungen erreicht werden, indem der Fahrdraht an einem separaten, beweglichen Seitenhalter befestigt und im Bereich des Tragseils das sogenannte Y-Beiseil eingeführt wurde.

Mit der Bauart 1931 kamen bei den Streckenmasten die heute noch bekannten und für die Vorkriegsausführung typischen Schrägausleger aus ungleichschenkeligem Winkelleisen.

Die Seitenhalter waren bei dieser Bauart direkt am Mast befestigt.

Nach der nationalsozialistischen Machtübernahme war die Verbindung des süddeutschen mit dem mitteldeutschen elektrischen Netz mit Zielrichtung Berlin eine Vorgabe, die wesentlich leistungsfähigere Loks erforderte. Das 1933 aufgestellte Typenprogramm sah die Beschaffung der E 04, E 18, E 44, E 63 und E 93 in größeren Stückzahlen vor. Als Stromabnehmer wurde mittlerweile der etwas niedriger bauende SBS 10 eingesetzt.



Fahrleitung mit Rohrschwenkausleger

- 1 Aufsetz-Rahmenflachmast
- 2 Spitzenankerseil
- 3 Auslegerrohr
- 4 Tragseil
- 5 Fahrdraht
- 6 Y-Beiseil
- 7 Stab-Isolator
- 8 Rohrkappenisolator
- 9 Stützrohr für Seitenhalter
- 10 Seitenhalter
- 11 Windsicherung
- 12 Hänger
- 13 Speiseleitungsausleger
- 14 Speiseleitung
- 15 Schutzerdung des Mastes
- 16 Schienenverbinder
- 17 Gleisverbinder
- 18 Mast-Nr., z.B. 9=km-Zahl  
6=lfld. Mast-Nr im km
- 19 Mastfundament