

8. Vollelastische Fahrleitungsbauarten

8.1. Firmenbauarten der 4. Generation

8.1.1. Elektrifizierung Nürnberg - Halle/Leipzig

Die Entwicklungsgeschichte dieses mit etwa 1400 km zu überspannender Gleislänge weitaus umfangreichsten Elektrifizierungsvorhabens der DRB ist bereits an anderer Stelle dargelegt (s. 2.4.). Hierzu ist eine ungewöhnlich vielfältige Literatur vorhanden.

Zunächst gibt W. Wechmann¹ im Jahre 1935 bei einer Vortragsreihe des VDE über elektrische Bahnen einen Überblick dieses Projekts, G. Naderer² stellt dieses Vorhaben nach der Erteilung des Bauauftrags an die Oberste Bauleitung für Elektrifizierungen in Leipzig Anfang September 1935 der Öffentlichkeit vor. Den für die Berichtsjahre 1931 bis 1938 vorliegenden Darstellungen über den elektrischen Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn von W. Wechmann³ lassen sich Hinweise über den Baufortschritt entnehmen. Weiter finden sich in Aufsätzen von G. Naderer⁴, H. Nibler⁵, A. Schieb⁶ und einer Gemeinschaftsarbeit von H. Nibler, H. H. Schaefer und F. Rebmann⁷ allgemein gehaltene Ausführungen über die zu jener Zeit verwirklichten Fahrleitungsbauarten, konkrete Einzelheiten nennen alle bisher genannten Quellen jedoch nicht.

Während A. Schieb⁸ wenigstens auf einige hier verwendete Typen von Fahrleitungen eingeht, läßt E. Eger⁹ in einem Beitrag anlässlich der Aufnahme des elektrischen Zugbetriebes zwischen Nürnberg und Saalfeld die im Bereich der RBD Nürnberg südlich Probstzella vorhandenen Fahrleitungsbauarten erkennen. Für die Streckenabschnitte Probstzella - Weißenfels im Bereich der RBD Erfurt und Weißenfels - Leipzig Hbf bzw. Großkorbetha - Halle (Saale) der RBD Halle fehlen dagegen in der der Öffentlichkeit zugänglichen Literatur jegliche Hinweise. Insgesamt fällt die zunehmende Unschärfe der Aufsätze über die Elektrifizierung dieser Strecke nach der Übernahme der DRB in die unmittelbare Verwaltung des Reiches im Jahre 1937 auf (s. 2.1.1.). Nach Ausbruch des Zweiten Weltkrieges erschienen nur noch

¹ EB, 12 (1936), Eh. S. 6 f.

² EB, 12 (1936), S. 101 ff.; AEW, 60 (1937), S. 603 ff.

³ EB, 8 (1932), S. 1 ff.; EB, 10 (1934), S. 1 ff.; EB, 11 (1935), S. 33 ff.; EB, 12 (1936), S. 31 ff.; EB, 13 (1937), S. 2 ff.; EB, 14 (1938), S. 1 ff.; EB, 15 (1939), S. 1 ff.

⁴ EB, 17 (1941), Eh. S. 65 ff.

⁵ ETZ, 63 (1942), S. 107 ff.

⁶ EB, 17 (1941), Eh. S. 75 ff.

⁷ VW, 34 (1940), S. 341 ff.

⁸ VW, 33 (1939), S. 17 ff.

⁹ Organ, 94 (1939), S. 263 ff.

grundsätzliche Abhandlungen; die einzige Ausnahme bildet eine hier nicht verwertbare Beschreibung des Umformerwerks Nürnberg durch E. Eger¹⁰.

Lassen sich für den Streckenabschnitt der RBD Erfurt verschiedene bahninterne Publikationen heranziehen, so existieren für die im Bereich der RBD Halle gelegenen Teilstrecken bei Dienststellen der DB keinerlei Unterlagen. Hier helfen nur Auskünfte von an der Elektrifizierung Nürnberg - Halle/Leipzig direkt beteiligten Eisenbahnern weiter. So weiß beispielsweise E. Rutke als früherer Dienststellenleiter der Fahrleitungsmeistereien Großheringen bzw. Saalfeld die Baulosaufteilung dieser Strecke mitzuteilen:

- SSW: Nürnberg - Probstzella
- BBC: Probstzella - Camburg
- AEG: Camburg - Halle/Leipzig

Bemerkenswert ist, daß E. W. Curtius und A. Kniffler¹¹ in ihrem Bericht über die im Jahre 1943 zwischen Forchheim und Bamberg bis 180 km/h durchgeführten Meßfahrten über die Haftung zwischen Treibrad und Schiene keinerlei Hinweise auf die Stromentnahme geben, ebensowenig A. Brauer¹² über die im Jahre 1939 mit der Lokomotive E 19 verwirklichten Schnellfahrten bis 200 km/h. Auch bei der Versuchsanstalt München gibt es über diese Vorgänge keinen Bericht.

Z 8.1.1./1
Z 8.1.1./2

Schließlich soll noch auf eine zeitbedingte Besonderheit der Elektrifizierung Nürnberg - Halle/Leipzig eingegangen werden. Bereits im Jahre 1935 spricht J. Hölzel¹³ von der Einsparung ausländischer Rohstoffe im Fahrleitungsbau. Zwei Jahre später erläutert A. Ganzenmüller¹⁴ einen nicht näher bezeichneten Vierjahresplan, der unter anderem bei Neuelektrifizierungen die Umstellung auf heimische Baustoffe vorsieht. Allein für die Strecke Nürnberg - Halle/Leipzig errechnet sich durch die Verwendung von Heimstoffen eine Kupferersparnis von 429 t. Mußte der Fahrdraht der durchgehenden Hauptgleise nach A. Schieb¹⁵ "leider noch vollständig" aus Kupfer hergestellt werden, so verlegte man in Nebengleisen Fahrdraht aus Kupferpanzerstahl (KPS), Stahl oder Stahlluminium. Als Tragseil sah man KPS-Seil oder verzinkt-verbleites Stahlseil vor, ebenso im Quertragwerk. Kupfer in Speiseleitungen, Schalterquerseilen oder Stromverbindern ersetzte man durch Stahlluminium.

Nach Ausbruch des Zweiten Weltkrieges versuchte man auch

¹⁰ EB, 17 (1941), Eh. S. 51 ff.

¹¹ EB, 20 (1944), S. 25 ff., 51 ff.

¹² AEG, 45 (1955), S. 405 ff.

¹³ EB, 11 (1935), S. 137 ff.

¹⁴ GA, 121 (1937), S. 145 ff.

¹⁵ VW, 33 (1939), S. 28.

in Hauptgleisen den Kupferfahrdraht zu ersetzen. P. Klau-dy¹⁶ berichtet mehrfach über elektrische und thermische Untersuchungen an Fahrleitungen aus Heimstoffen, weiter H. Blatz¹⁷ und H. Nibler¹⁸.

Weiter mußte man bei Entwurf und Ausführung der für die genannte Strecke erforderlichen ca. 11 530 Masten auf die Stahlknappheit Rücksicht nehmen. Reinicke¹⁹ stellt Bauarten eisensparender Masten mit einer Einsparung von etwa 10 Prozent Stahl vor, weiter baute man Eisenbetonmasten ein. Während die Auslegerleichtmasten bzw. Rohrmasten für das Quertragwerk bei der DB heute noch vorhanden sind, mußte man die Heimstoffe im Fahrleitungsbau ersetzen. Von den genannten Stoffen hat sich bei der DB langfristig nur Aluminium für Speiseleitungen bewährt.

8.1.2. SSW-Fahrleitung mit Y-Beiseil und angelenktem Seitenhalter

1935 Georgensgmünd - Unterheckenhofen (richtiges Gleis)
 1939 Nürnberg Hbf - Pressig-Rothenkirchen
 1939 Dessau - Raguhn (Umbau)

Erstmals berichtet Kettler²⁰ von dem SSW-Vorschlag, die zusätzliche Belastung des Fahrdrahtes durch den Seitenhalter an den Stützpunkten, die bei der erforderlichen Neigung des Seitenhalters (1:10) beim Stützpunkt L durch eine vertikale Kraftkomponente von etwa 20 N noch erhöht wird, durch einen angelenkten Seitenhalter zu verbessern. Nach G. Naderer²¹ und K. Lechleuthner²² verwirklichte man diese Bauart zunächst auf einer kurzen Teilstrecke zwischen Georgensgmünd und Schwabach. E. Eger²³ und A. Schieb²⁴ beschreiben die für die freie Strecke zwischen Nürnberg Hbf und Pressig-Rothenkirchen gewählte Anordnung.

Bei der BD Nürnberg liegen zahlreiche Zeichnungen der Obersten Bauleitung für Elektrisierungen in Leipzig auf, die bis 1937 von G. Naderer, ab 1938 von A. Schieb unterzeichnet sind. Das Kettenwerk hat bei Ausleger-Aufhängung eine Systemhöhe von 2,0 m. Beim Stützpunkt K hat das Y-Beiseil eine Länge von 16 m, beim Stützpunkt L 12 m, bei Querseil-Aufhängung bei gezogenem Seitenhalter ein Y-Beiseil von 20 m. Die Anordnung eines gedrückten Seitenhal-

Z 8.1.2./1

Z 8.1.2./7

¹⁶ EB, 17 (1941), S. 55 ff., 197 ff.

¹⁷ ETZ, 61 (1940), S. 1096 ff.

¹⁸ EB, 17 (1941), S. 186 ff., 258 ff.

¹⁹ EB, 14 (1938), S. 242 ff.

²⁰ EB, 11 (1935), S. 78 f.

²¹ EB, 11 (1935), S. 116.

²² SSW, 15 (1935), S. 318.

²³ Organ, 94 (1939), S. 266.

²⁴ VW, 33 (1939), S. 26 f.

ters mit 12 m Y-Beiseil notiert man am Rande. Diese Maße gelten unabhängig vom Kurvenradius.²⁵

Z 8.1.2./2 Beim Ausleger-Stützpunkt mit einem etwa 600 mm langen
 F 8.1.2./1 Stahlrohr-Seitenhalter hängt man nur das Stützrohr am
 Y-Beiseil auf. Ein Mindestmaß zwischen Fahrdrabt und
 Stützrohr ist nicht vorgeschrieben; als Höchstgeschwin-
 digkeit notiert man 180 km/h.²⁶ Für die Befestigung des
 Z 8.1.2./3 Seitenhalters am unteren Richtseil bei Querseil-Aufhängung
 F 8.1.2./2 verwendet man den bereits zwischen Augsburg und Nürnberg
 Z 8.1.2./4 eingebauten Rohrkrümmer.²⁷ Im 306 m langen Erlanger Burg-
 bergtunnel baute man eine der freien Strecke ähnliche
 Fahrdrahtaufhängung von 0,75 m Systemhöhe, 7 m Y-Beiseil
 und angelenktem Seitenhalter ein.²⁸ Für den Zwischenstütz-
 punkt der zweifeldrigen Nachspannung sah man zunächst Dop-
 pelseitenhalter wie bei der Einheitsfahrleitung 1931
 vor,²⁹ montierte aber tatsächlich Seitenhalter an 2 Stütz-
 rohren in 1100 mm Abstand.³⁰ Bei der dreifeldrigen Streck-
 kentrennung hat das Mittelfeld eine Spannweite von 60 m;
 die grundsätzliche Anordnung stimmt mit jener der Ein-
 heitsfahrleitung 1931, abgesehen vom Y-Beiseil von 8 m
 bzw. 6 m Länge und dem angelenkten Seitenhalter,
 überein.³¹

Bei der ersten Sitzung der Arbeitsgemeinschaft für die Un-
 terhaltung und Wiederinstandsetzung von Fahrleitungen am
 28.10.1938 in Leipzig stellt Reinicke fest: "Die SSW-Fahr-
 leitung scheint am besten geeignet." Vom 6. bis 9.11.1939
 führte die E 18 050 mit einem Hausmann-Apparat im hinteren
 Führerstand (s. 1.7.) Meßfahrten an neueren Versuchsfahr-
 leitungen im Bezirk der RBD Halle mit Geschwindigkeiten
 bis 150 km/h durch, wobei man erstmals an beiden Stromab-
 nehmern jeweils die Fahrdrabtspannung maß. Zwischen Dessau
 und Raguhn hatte man die vorhandene Fahrleitung mit 75 m
 Spannweite (s. 3.2.2.) zwischen km 29,5 und km 36,8 in die
 SSW-Fahrleitung mit angelenktem Seitenhalter umgebaut.
 Der Bericht der Versuchsanstalt³² notiert hierzu: "Obwohl
 die Fahrleitung gut verlegt war, waren Kontaktunterbre-
 chungen häufig", deren Dauer betrug bis zu 14 Halbwellen
 der Netzfrequenz $16 \frac{2}{3}$ Hz, entsprechend 0,42 s.

Beim Lehrgang Mai/Juni 1942 in München beklagt A. Mos-
 ler³³, daß bei der SSW-Fahrleitung wohl beim Stützpunkt

²⁵ Zeichnung Ezs 2941 Ausgabe vom April 1938.

²⁶ Zeichnung Ezs 2942 Ausgabe vom April 1938;
 Zeichnung Ezs 3201 Ausgabe vom August 1937.

²⁷ Zeichnung Ezs 1501 Ausgabe vom Oktober 1937.

²⁸ Zeichnung Ezs 22.213 Ausgabe vom November 1938.

²⁹ Zeichnung Ezs 2942 Ausgabe vom April 1938.

³⁰ Zeichnung Ezs 3201 Ausgabe vom August 1937.

³¹ Zeichnung Ezs 2943 Ausgabe vom Februar 1938.

³² Bericht B 232/1939 aufgestellt am 20.11.1939.

³³ Vorträge bei den Unterrichtskursen ..., Lehrgang Mai/
 Juni 1942 in München, S. 42 ff.

der freien Strecke Massenanhäufungen am Fahrdrabt vermieden werden, diese an Kreuzungen, Überbauten, Streckentrennern, Weichenbespannungen usw. bestehen bleiben. Als weiteres Problem nennt man das nach Gefühl von Hand gespannte Y-Beiseil, wodurch dessen Wirkung an jedem Stützpunkt verschieden war; bei der Einregulierung des Stützrohrs war es ebenso. Den Rohrkrümmer beklagt der Referent als "sehr un schön, sehr wackelig und nicht windfest". Da sich der Rohrkrümmer bei Fahrdrabtwanderung schief stellt, seien hier Bügelanschlüge leichter möglich als bei der Einheitsfahrleitung. Die SSW-Fahrleitung wird als "nicht windfest" bezeichnet, da sich der Zickzack bei Wind nicht unerheblich vergrößert. Dies bestätigten im gleichen Jahr durchführte Untersuchungen der Versuchsanstalt.³⁴ Vor allem beim Stützpunkt L führte eine Windbelastung zu bleibenden Verformungen des Rohrhalters.

Im Jahre 1949 stellt eine Publikation des EZA München³⁵ fest, daß bei dieser Fahrleitung Bügelanschlüge selten sind. "Die wenigen noch vorkommenden Anschläge sind auf das feste Tragseil, den zu kurzen Seitenhalter und die fehlende Kröpfung des Seitenhalters zurückzuführen."

1953 beurteilt A. Mosler in einer bundesbahnternen Publikation³⁶ das Verhalten dieser Fahrleitung bei 120 km/h positiv, jedoch notiert man beim zugehörigen Ausschnitt des Meßstreifens ausdrücklich ein Y-Beiseil von 12 m Länge. Damit hatte man zu jenem Zeitpunkt bereits das Kettenwerk dieser SSW-Fahrleitung der Umbaufahrleitung 1950 (s. 11.4.) angepaßt, jedoch unter Beibehaltung der SSW-Seitenhalter. Die für die Öffentlichkeit bestimmte überarbeitete Form dieses Aufsatzes³⁷ nennt dieses Detail nicht.

8.1.3. Vollelastische Fahrleitung, Bauart BBC

1934 München-Obermenzing - München-Allach
 1939 Bitterfeld - Delitzsch unt Bf (Umbau)
 1940 Saalfeld (Saale) - Rudolstadt (Thüringen)
 1940 Delitzsch unt Bf - Neuwiederitzsch (Umbau)
 1941 Rudolstadt (Thüringen) - Orlamünde

Bereits im Jahre 1924 berichtet A. Schieb³⁸ über eine Kettenfahrleitung mit schrägen Hängedrähten ohne seitliche Festlegung des Fahrdrabts als Vorschlag der Firma BBC. Drei Jahre später betrachtet A. Buchhold³⁹ beim Vergleich

³⁴ Bericht A 271 V/1942 aufgestellt am 31.12.1942.

³⁵ Fortschritte im Fahrleitungsbau, München 1949, S. 24 f.

³⁶ Die Fahrleitung für elektrisch betriebene Strecken der Deutschen Bundesbahn, München 1953, S. 16.

³⁷ EI, 5 (1954), S. 32 ff.

³⁸ W. Wechmann (Hg.), Der elektrische Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn, Berlin 1924, S. 146 ff.

³⁹ EB, 3 (1927), S. 215 ff.

von Fahrleitungssystemen durch Modellversuche auch windschiefe Weitspannsysteme. Als Ergebnis dieser Entwicklungsarbeit stellte BBC im Jahre 1934 eine vollelastische, windschiefe Fahrleitung vor, die J. Hölzel⁴⁰ ausführlich, G. Naderer⁴¹, K. Sachs⁴² und W. Usbeck⁴³ gerafft darstellen.

- Z 8.1.3./1 Ausgehend von den "Richtlinien für Fahrleitungen für hohe
 Z 8.1.3./2 Geschwindigkeiten" (s. 7.1.) schlägt BBC als Lösung des
 Z 8.1.3./3 Problems eine windschiefe Kettenfahrleitung mit festem
 Tragseil und nachgespanntem Fahrdraht ohne Seitenhalter
 für die seitliche Festlegung mit elastischer Seitenver-
 spannung des Fahrdrahts durch Einfügen eines besonderen
 Z 8.1.3./4 seitlich verlegten 30 m langen Beiseils vor. Am Stützpunkt
 Z 8.1.3./5 sind Tragseil und Beiseil in gleichem Abstand zur Gleis-
 achse in unterschiedlicher Höhe mit einer Systembreite von
 3,2 m verlegt. Jeweils 3 m beidseits des Stützpunkts ist
 der Fahrdraht durch Hänger am Beiseil befestigt und da-
 durch in der gewünschten Zickzacklage von ± 40 cm elastisch
 festgelegt, die nächsten Hänger in einem Abstand von etwa
 12,5 m beidseits des Stützpunkts dagegen am Tragseil. Die
 übrigen Hänger sind wie bei der Einheitsfahrleitung 1931
 in einem Abstand von etwa 12,5 m bei einer Längsspannweite
 F 8.1.3./1 von 75 m angeordnet. In dieser Weise rüstete man Mitte
 F 8.1.3./2 1934 eine Gleislänge von 3,0 km der neu elektrifizierten
 Strecke München - Dachau versuchsweise im Querfeld aus und
 untersuchte das Temperaturverhalten, den Windantrieb und
 die bei Eisbelastung auftretenden Seilzüge und Fahrdraht-
 lagen.

Der Entscheid, bei der Elektrifizierung Nürnberg - Halle/Leipzig auch windschiefe Fahrleitungsbauarten zu verwenden, ist anscheinend bald nach Erteilung des Bauauftrags gefallen, da G. Naderer⁴⁴ bereits 1937 feststellt: "Die vollnachgiebigen Fahrleitungen der Strecke Nürnberg - Halle/Leipzig werden daher entweder in halbwindchiefer oder in ganzwindchiefer Form ausgelegt."

Während E. Eger⁴⁵ hierzu mitteilt: "Nördlich Saalfeld werden Teile der Strecke in der sogenannten vollelastischen Bauweise erstellt" - auf einem Bild dieses Aufsatz ist die Aufschrift des Kilometersteins wegretuschiert -, notiert A. Schieb⁴⁶, daß auf längeren Streckenteilen auch die vollelastische Fahrleitung von BBC verwendet wird und gibt eine Zeichnung bei, der man immerhin eine Spannweite von 75 bis 80 m und eine Systemhöhe von 2,0 m entnehmen kann.

⁴⁰ EB, 11 (1935), S. 48 ff.

⁴¹ EB, 11 (1935), S. 116 f.

⁴² Die ortsfesten Anlagen elektrischer Bahnen, Zürich und Leipzig 1938, S. 219 f.

⁴³ EB, 12 (1936), Eh. S. 26 f.

⁴⁴ AEW, 60 (1937), S. 610.

⁴⁵ Organ, 94 (1939), S. 266.

⁴⁶ VW, 33 (1939), S. 27.

Damit läßt sich der Literatur nicht entnehmen, auf welcher Teilstrecke nördlich Saalfeld diese Fahrleitung eingebaut war. Verschiedene Hinweise in bahninternen Publikationen erlauben eine Eingrenzung; eine bei der BD München vorhandene Fotosammlung spricht ausdrücklich von "Vollelastische Fahrleitung (BBC) Strecke Saalfeld - Orlamünde". Noch schwieriger ist es bei den Zeichnungen; das Zeichnungs-Verzeichnis 1947 führt wohl viele 1936 bis 1942 entstandene Zeichnungen auf, jedoch ist bei der DB keine davon im Original erhalten.

F 8.1.3./3

F 8.1.3./4

F 8.1.3./5

Im Jahre 1936 stellt W. Usbeck⁴⁷ fest: "Diese Fahrleitung ist außerordentlich weich und elastisch. Ihr Nachteil ist die verwickelte Bauart, die nicht nur beim Einbau schwieriger ist, sondern auch ihre Unterhaltung bei etwaigen Störungen zeitraubender gestaltet." Dagegen sagt Reinicke zwei Jahre später bei der 1. Sitzung der Arbeitsgemeinschaft für die Unterhaltung und Wiederinstandsetzung von Fahrleitungen aus: "Die BBC-Bauart hat gute Fahreigenschaften, sieht aber schlecht aus. Die Schwierigkeit der Wiederherstellung wird - wie praktische Versuche ergeben haben - überschätzt."

Nach einem Bericht der Versuchsanstalt⁴⁸ befuhr die E 18 050 vom 6. bis 9.11.1939 unter anderem auch die von km 54,2 bis km 59,6 auf die vollelastische BBC-Fahrleitung umgebaute Teilstrecke zwischen Bitterfeld und Delitzsch mit einer Spannweite von 100 m (s. 3.4.) mit bis zu 150 km/h. Dabei registrierte man stärkere Unruhe der Stromabnehmer, wobei sich hinten häufiger Kontaktunterbrechungen von 0,5 bis 2 Halbwellen entsprechend 0,015 bis 0,06 s ergaben, vorn dagegen selten. Vermutlich im folgenden Jahr baute man nach Werkfotos von BBC die Teilstrecke Delitzsch - Neuwiederitzsch in gleicher Weise um.

Vom 8. bis 15.06.1940, damit noch vor Aufnahme des regulären elektrischen Zugbetriebes, führte man mit der E 18 048 Meßfahrten zur Prüfung der Fahrleitung auf der Strecke Saalfeld - Orlamünde⁴⁹ durch, um das Verhalten der dort eingebauten BBC-Fahrleitung aufzuzeichnen. Hierbei erreichte man bei 11 Fahrten die nur zwischen Rudolstadt und Uhlstädt zugelassene Höchstgeschwindigkeit von 150 km/h. Da die entsprechenden Meßstreifen wohl im Zeichnungs-Verzeichnis 1947⁵⁰ aufgelistet sind, aber nicht mehr im Original vorliegen, sind hierüber keine Aussagen möglich. Im folgenden Jahr führte die Versuchsanstalt auf ihrem Fahrleitungsversuchsfeld mit der BBC-Fahrleitung Untersuchungen durch, um die Anordnung dieses Systems zu berechnen.⁵¹

Z 8.1.3./6

Z 8.1.3./7

⁴⁷ EB, 12 (1936), Eh. S. 27.

⁴⁸ Bericht B 232/1939 aufgestellt am 20.11.1939.

⁴⁹ Bericht B 21/1940 aufgestellt am 1.07.1940.

⁵⁰ Zeichnung Ezsv 190/1...9 Ausgabe vom Juli 1940;
Zeichnung Ezsv 197 Ausgabe vom Juli 1940.

⁵¹ Bericht A 11/1941 aufgestellt am 8.09.1941.

Dabei mußte man bezüglich des Windverhaltens verschiedene Mängel feststellen.

Bei dem Lehrgang 1942 in München äußert sich A. Mosler⁵² ungeschminkt über das Ergebnis dieser Versuche: "Was erreicht nun die BBC-Fahrleitung?"

1. Ausreichende Elastizität,
2. Keine Massenanhäufung von Klemmen,
3. Keine Seitenhalterrohre, sondern leichte Abzüge,
4. Abzüge sind immer auf Zug beansprucht.

Nachteile:

1. Die BBC-Fahrleitung ist schwierig zu berechnen und ebenso schwierig einzubauen.
2. Der Einbau erfordert Spezialkenntnisse und gut eingearbeitetes Personal.
3. Außer der Grundform für die Gerade gibt es noch drei weitere Hauptformen für Kurven. Für Übergangsfelder gibt es keine besondere Typen. Hier muß von Fall zu Fall die richtige Type gewählt werden, wobei die Seilspannungen, Windabtrieb und Zickzack-Maße immer nachgeprüft werden müssen.
4. Die Zugspannungen sind nicht einfach nachzuprüfen. Bereits beim Einbau sind sie sehr schwer richtig herzubringen. Da sowohl die Elastizität als auch der Windabtrieb wesentlich von der richtigen Seilspannung abhängt, erfordert die genaue Einregelung eine zeitraubende und schwierige Arbeit.
5. Die Beiseilhänger können bei Wind schlapp werden und am Bügel anstreifen.
6. Auch in Gleiskrümmungen liegen die Beiseilhänger sehr flach. Der Bügel streift an.
7. Bei verschiedenen Temperaturen und bei Wind ändern sich die Seilspannungen ständig. Infolge der gegenseitigen weitgehenden Verspannung des ganzen Systems ändert sich damit auch die Höhen- und Seitenlage in Feldmitte und an den Stützpunkten. Stark beanspruchte Hänger sind härter. Verzerrungen der Kette sind an der Tagesordnung, z. B. dürfte es kaum möglich sein, die richtige Fahrdrathöhe, die richtige Zickzacklage oder das richtige Zickzackmaß für +5°C und Windstille anzugeben, wenn eine andere Temperatur oder Wind herrschen. In der ganzen Fahrleitung ist überhaupt kein fester Punkt mehr vorhanden.
8. Alle diese Schwierigkeiten steigen in Gleiskrümmungen, Übergangsfeldern, Nachspannfeldern noch an.
9. Es werden etwa 600 Auslegertypen benötigt.
10. Die Seile werden weit aus Gleismitte herausgezogen und können in den Bereich des benachbarten Gleises kommen.
11. Auf Grund der Untersuchungen und Messungen ist das RZA

⁵² Vorträge bei den Unterrichtskursen ..., Lehrgang Mai/Juni 1942 in München, S. 45 ff.

München zu dem Ergebnis gekommen, daß die BBC-Fahrleitung auf einer dicht belegten Strecke und bei schwankenden Temperaturen und Winden nicht ordnungsgemäß eingebaut werden kann. Wird sie trotzdem eingebaut, kann man sie nicht als vollelastisch und betriebssicher ansehen.

12. Die harten Punkte an Brücken, Kreuzungen, Weichen, Streckentrennern usw. hat die BBC-Fahrleitung nicht beseitigt.

Bei genauer Nachprüfung hat die BBC-Fahrleitung nicht das gehalten, was sie versprochen hat. Für weitere Elektrisierungen in größerem Umfange dürfte sie nicht infrage kommen. Auch für den Umbau von vorhandenen Fahrleitungen mit Weitspannfeldern über 75 m ist sie ungeeignet, weil sie nicht windfest genug ist. 73 m ist die Grenze." F 8.1.3./6

Derselbe Verfasser stellt im Jahre 1953 diese Punkte gestrafft in einer bahninternen Publikation⁵³ dar. In der für die Öffentlichkeit bestimmten Fassung dieses Aufsatzes⁵⁴ notiert er jedoch lediglich: "Es wurde eine vollelastische BBC-Fahrleitung entwickelt, mit festem Tragseil und Beiseil, die aber wegen verschiedener Nachteile und hohen Kosten nicht mehr verwendet wird."

8.1.4. AEG-Fahrleitung mit Windseil

- 1936 München-Allach - Dachau (Umbau)
 1939 Schkeuditz - Gröbers (Umbau)
 1940 München Hbf - Landshut (Umbau)

H. Nibler⁵⁵ ließ sich im Juni 1935 eine Kettenfahrleitung ohne Seitenhalterrohre für hohe Geschwindigkeiten patentamtlich schützen, daher auch die Bezeichnung "Bauart Nibler". Bei dieser der vollelastischen Fahrleitung von BBC sehr ähnlichen Bauart ist das Tragseil über Gleismitte aufgehängt, das beidseits am festen Tragseil verankerte seitlich herausgezogene Beiseil ist nach der dem Zickzack entgegengesetzten Seite mit 2 Hängedrähten verspannt, wie auch K. Sachs⁵⁶ herausstellt. Den Seitenhalter ersetzt eine von BBC entwickelte Hängerseilklemme am Fahrdraht für schräge Hängerlage, die bei Ausleger-Stützpunkten am Stützrohr für das Beiseil, im Querfeld am unteren Richtseil über ein Bronzeseil befestigt ist. Im Gegensatz zur BBC-Fahrleitung ist damit bei der "Bauart Nibler" der Fahrdraht am Stützpunkt seitlich festgelegt.

⁵³ Die Fahrleitung für elektrisch betriebene Strecken der Deutschen Bundesbahn, München 1953, S. 11 f.

⁵⁴ EI, 5 (1954), S. 35.

⁵⁵ EB, 13 (1937), S. 47 ff.

⁵⁶ Die ortsfesten Anlagen elektrischer Bahnen, Zürich und Leipzig 1938, S. 220.

F 8.1.4./1 Zunächst baute man im Jahre 1936 ein Streckengleis im
 F 8.1.4./2 Bahnhof München-Allach und der anschließenden freien
 Strecke bis Dachau um; über Meßergebnisse berichtet die
 Literatur nichts. Nach M. Süberkrüb⁵⁷ war für eine Anhe-
 bung der Höchstgeschwindigkeit auf der Strecke Leipzig -
 Halle mit 100 m Längsspannweite der Ausbau der nachträg-
 lich angeordneten Zwischenmasten (s. 5.3.2.1.) erforder-
 lich, weil die dort zur seitlichen Festlegung des Fahr-
 drahts montierten Seitenhalter den Bügellauf verschlech-
 terten und sogar zu Bügelansschlägen führten. Der Umbau
 sollte den Windabtrieb des Fahrdrahts bei 100 m Längs-
 spannweite so klein halten wie bisher bei 70 m Spannweite.

F 8.1.4./6 Nachdem AEG die Fahrleitung der Strecke Leipzig - Halle
 F 8.1.4./7 von km 104,7 bis km 97,3 zwischen Schkeuditz und Gröbers
 entsprechend dem Vorschlag von H. Nibler umgebaut hatte,
 befuhr nach einem Bericht der Versuchsanstalt⁵⁸ am 28.09.
 1939 die E 04 08 mit den Zügen D132/D131 diese Strecke mit
 120 km/h. Die Aufzeichnung der Höhenbewegung der Stromab-
 nehmer mit dem Hausmann-Apparat ergab bei der alten Fahr-
 leitung Höhenschwankungen von 20 bis 30 cm, bei der umge-
 bauten solche von etwa 10 cm. Nach einem weiteren Bericht
 der Versuchsanstalt⁵⁹ befuhr die E 18 050 vom 6. bis 9.11.
 1939 diese Strecke mit bis zu 150 km/h. Der Bericht no-
 tiert für die hier erstmals als "windfeste AEG-Fahrlei-
 tung" bezeichnete Bauart, daß Stromunterbrechungen selten
 und meist an offensichtlich schlecht verlegten Fahrlei-
 tungsstücken festzustellen sind.

M. Süberkrüb⁶⁰ legt dar, daß man nach eingehenden mathema-
 tischen Berechnungen und Versuchen an einem Modell 1:50 im
 Jahre 1938 diese windfeste Fahrleitung mit seitlicher Bei-
 seilverspannung im folgenden Jahr mit einer Mastentfernung
 von 100 m neben der Strecke Leipzig - Halle bei Großkugel
 aufbaute und stellt fest: "Durch die 1939 vorgenommenen
 Messungen bei verschiedenen Tragseil- und Windseilspannun-
 gen und bei verschiedenen Temperaturen, bei festverlegtem
 Tragseil und einer Belastung von Tragseil und Fahrdraht
 mit Windkräften wurde der Windabtrieb bei der windfesten
 Fahrleitung bei 100 m Mastentfernung mit 50 cm ermittelt,
 so daß die Zwischenmasten ausgebaut werden konnten."

F 8.1.4./3 Ein Bericht der Versuchsanstalt⁶¹ "über Versuche an der
 F 8.1.4./4 windfesten Fahrleitung für hohe Geschwindigkeit Bauart AEG
 F 8.1.4./5 in der Nähe von Großkugel" nennt dagegen eine Längsspann-
 weite von 85 m, weiter als Länge des jetzt als Windseil
 bezeichneten Beiseils 36 m, muß jedoch aussagen: "Die Be-

⁵⁷ Technik der Bahnstrom-Leitungen, Berlin, München und
 Düsseldorf 1971, S. 96.

⁵⁸ Bericht B 223/1939 aufgestellt am 10.10.1939.

⁵⁹ Bericht B 232/1939 aufgestellt am 20.11.1939.

⁶⁰ Technik der Bahnstrom-Leitungen, Berlin, München und
 Düsseldorf 1971, S. 84, 96 f.

⁶¹ Bericht A 202/1939 aufgestellt am 6.10.1939.

hauptung, daß bis zu einem Radius von 2250 m die Bespannung für die Gerade und die Feldweite von 85 m beibehalten werden könne, wurde durch Versuche widerlegt." Gefordert wird ein großzügiger Versuch, den das RZA München im Januar des folgenden Jahres genehmigte.

Stand bei Großkugel nur ein 85 m-Feld mit je einem anschließenden Halbfeld zur Verfügung, konnte die Versuchsanstalt nach einem weiteren Bericht⁶² auf ihrem Fahrleitungs-Versuchsfeld 3 Feldweiten zu je 75 m mit anschließenden Halbfeldern vorsehen, wobei "im Hinblick auf den bevorstehenden Umbau im Bereich der RBD Halle (Tragseil fest)" Windantrieb, Temperaturverhalten und Anhub durch den Bügel bei -30°C, +5°C und +40°C gemessen wurden. Der Bericht fordert eine geeignete Ausbildung des Abzugs, um eine Anschlagung des Kohlebügels an die Fahrdrahtabzüge zu vermeiden.

Auch im süddeutschen elektrifizierten Streckennetz war ein Fahrleitungsumbau erforderlich. Hierzu notiert ein Bericht der Versuchsanstalt⁶³, daß auf der Strecke München - Regensburg die Spannweite 80 bis 90 m beträgt, woraus sich ein Windantrieb von 92 cm ergibt. Entgegen dem Vorschlag der Versuchsanstalt, einen einseitigen Zickzack von +0,5 m vorzusehen, baute man die Strecke München Hbf - Landshut mit einer Längsspannweite von 90 m nach heute noch bei der BD Nürnberg vorhandenen Einbauzeichnungen mit dem Tragseil in Gleismitte um. Nach einer Zeichnung mit der grundsätzlichen Anordnung der windfesten Fahrleitung für den Umbau bestehender Fahrleitungen mit festem Tragseil⁶⁴ sah man für 90 m Längsspannweite eine Windseillänge von 36 m vor, im Gleisbogen windschief mit einer Windseillänge von 30 m. Da man beim Stützpunkt L ein 8 m langes Y-Beiseil für die Aufhängung des Stützrohres anordnete, mußte man nunmehr immer von Windseil anstelle von Beiseil sprechen. Die Zeichnungen des Ausleger-Stützpunktes⁶⁵ sehen anstelle der Hängerseilklemme einen kurzen gekröpften Seitenhalter vor, der sowohl beim Stützpunkt K als auch beim Stützpunkt L über einen Abstandhalter am Stützrohr befestigt ist. Eine weitere Zeichnung⁶⁶ notiert die Seilkräfte, allerdings nur bei durchgehenden Seilen. Grundsätzlich sollte diese Bauart auch bei Querseilaufhängung verwendet werden.⁶⁷

Nach der Einführung des Reichsstromabnehmers mit Kohleschleifstück war bei einer Tagung der Sachdezernenten des

⁶² Bericht A 44/1940 aufgestellt am 13.03.1940.

⁶³ Bericht A 109/1940 aufgestellt am 3.08.1940.

⁶⁴ Zeichnung Ezs 970 Ausgabe vom November 1940.

⁶⁵ Zeichnung Ezs 971 Ausgabe vom November 1940;

Zeichnung Ezs 972 Ausgabe vom November 1940.

⁶⁶ Zeichnung Ezs 981 Ausgabe vom November 1940.

⁶⁷ Zeichnung Ezs 984 Ausgabe vom Dezember 1940.

elektrischen Zugbetriebes 1941 in München⁶⁸ der Umbau von Fahrleitungsanlagen mit größeren Mastabständen dringlich geworden, dies auch, um diese Strecken bei elektrischem Betrieb für Höchstgeschwindigkeiten geeignet zu machen. Deshalb erhielt die Versuchsanstalt im April 1941 den Auftrag, die vollelastische BBC-Fahrleitung mit der windfesten AEG-Fahrleitung zu vergleichen. Der Bericht⁶⁹ hält abschließend fest: "Der Einbau beider Systeme mit festem Tragseil ist auch bei durchgehendem Windseil sehr schwierig und erfordert ein sehr gut eingearbeitetes Personal. ... Nach dem heutigen Stand der technischen Entwicklung der beiden Systeme dürfte für den Umbau von Reichsbahnstrecken mit festliegenden Mastabständen größer als 75 m das AEG-System den Vorzug verdienen."

Da M. Süberkrüb⁷⁰ notiert: "Die auf der Strecke Halle - Leipzig auf 100 m Mastentfernung umgebaute Fahrleitung hat sich in längerem Betrieb bestens bewährt.", ist anzunehmen, daß diese Teilstrecke umgebaut worden ist. Ob dies auch für die Fahrleitung der Strecke Magdeburg - Dessau gilt, läßt sich hier mangels Unterlagen nicht entscheiden. Zwar sagt H. Nibler⁷¹ bei der Dezernenten-Tagung 1941 in München aus: "Die Einbauzeichnungen für den Umbau auf Windseilfahrleitungen wurden den RBD`en zugeleitet, nachdem unsere Vorschläge vorher grundsätzlich vom RVM genehmigt waren.", doch lassen sich hieraus keine weiteren Schlüsse ziehen. So kamen nach der Auflösung der RBD Magdeburg im Jahre 1931 die elektrifizierten Strecken zur RBD Hannover, jedoch verblieben nach Mitteilung der BD Hannover sämtliche Unterlagen über die ortsfesten Anlagen des elektrischen Zugbetriebes beim MA Magdeburg Hbf. Weiter steht fest, daß die Berichte der Versuchsanstalt München ausschließlich von dem "bevorstehenden Umbau im Bereich der RBD Halle" sprechen. Schließlich geben auch bahninterne Unterlagen keinerlei Hinweise auf einen geplanten Umbau der Fahrleitungsanlage der RBD Breslau.

Nach den Ausführungen von R. Wagner⁷² könnte man schließen, als wenn die Fahrleitung der Strecke München - Landshut erst nach dem Zweiten Weltkrieg umgebaut worden wäre, tatsächlich ersetzte man nach 1950 lediglich die Sonderteile, darunter die leichten Seitenabzüge, zur Vereinfachung der Lagerhaltung durch Normteile der Regelfahrleitung 1950 der DB. Nach F. Fakiner⁷³ befuhr man diese Strecke mit Höchstgeschwindigkeiten bis 140 km/h. Wie die

⁶⁸ Erfahrungsaustausch der Sachdezernenten über Beobachtungen im elektrischen Zugbetrieb, Tagung in München 1941, S. 179.

⁶⁹ Bericht A 37/1941 aufgestellt am 24.04.1941.

⁷⁰ Technik der Bahnstrom-Leitungen, Berlin, München und Düsseldorf 1971, S. 97.

⁷¹ Tagung 1941, S. 179.

⁷² DB, 28 (1954), S. 511; EB, 27 (1956), S. 91 f.

⁷³ DB, 43 (1969), S. 559 ff., Bild 5.

BD München mitteilt, ersetzte man diese windfeste Fahrleitung in den Jahren 1973 bis 1977 durch die Oberleitung Re 160.

Es sei angemerkt, daß man die übrigen bis 1925 elektrifizierten Strecken der RBD München mit einer Längsspannweite von 90 m in der Geraden nicht windfest umbaute. So findet man beispielsweise auf der viergleisigen Strecke München-Pasing - Gauting mit Querseilaufhängung auch heute noch zahlreiche 90 m-Felder, da ein Umbau hier sehr teuer gekommen wäre. Zudem liegt dieser Streckenabschnitt größtenteils gegen Westwind geschützt am Waldrand. Von Stromabnehmerentgleisungen ist auf dieser inzwischen mit der Oberleitung Re 160 ausgerüsteten Teilstrecke bei der BD München nichts bekannt.

8.1.5. Windfeste RZA-Fahrleitung

1941 Camburg (Saale) - Weißenfels

Am 13.09.1939 beauftragte das RZA München die Versuchsanstalt, für die Baustrecke Camburg - Großkorbetha - Leipzig Versuche mit der windfesten vollelastischen AEG-Fahrleitung mit nachgespanntem Tragseil durchzuführen. Der Bericht⁷⁴ begründet dies: "Die Maste standen bereits mit einer Spannweite von bis zu 80 m für die Aufnahme einer einfachen Kette mit nachgespanntem Tragseil und Fahrdraht für den Stromabnehmer von 2100 mm Breite (Windabtrieb ± 75 cm), während der Reichsstromabnehmer von 1950 mm Breite nur $\pm 48...55$ cm zuläßt."

Nachdem die Versuche auf dem Gelände der Versuchsanstalt positiv ausgefallen waren, baute man diese Fahrleitung mit 24 m Beiseil von km 78,6 bis km 80,4 der mit nachgespanntem Kettenwerk ausgerüsteten Strecke Niemberg - Halle ein und befuhr sie mit 130 km/h bei guter Stromabnahme (s. 9.3.).

Für das Baulos der AEG Camburg - Leipzig wurde das AEG-System entsprechend den gegebenen Richtungsverhältnissen für den Einbau in Kurven bis zu einem Radius von 400 m erweitert, die Unterlagen für die Stützpunkte festgelegt und sämtliche Maße für den Einbau der Kette ermittelt. Damit handelt es sich bei der RZA-Fahrleitung um eine von der AEG und besonders dem RZA München weiterentwickelte Form der "Bauart Nibler", wie A. Mosler⁷⁵ beim Lehrgang 1942 in München betont.

Gerade von der windfesten RZA-Fahrleitung sind in der z 8.1.5./1 Handausgabe 1947 verschiedene vom RZA München übernommene

⁷⁴ Bericht A 108/1940 aufgestellt am 3.08.1940.

⁷⁵ Vorträge bei den Unterrichtskursen ..., Lehrgang Mai/Juni 1942 in München, S. 49 ff.

Z 8.1.5./2 Werkzeichnungen der AEG erhalten geblieben. In der Geraden
 Z 8.1.5./3 und bei großen Krümmungsradien hat das Längskettenwerk mit
 Z 8.1.5./4 80 m Stützpunktabstand eine Systemhöhe von 1,75 m und
 eine Länge des Windseils von 30 m, das am Stützpunkt 1,20
 m seitlich der Gleisachse herausgezogen ist; das Stützrohr
 beim Stützpunkt L ist an einem 8,0 m langen Y-Beiseil auf-
 gehängt.⁷⁶ Für die seitliche Festhaltung des Kettenwerks
 sind in Abhängigkeit vom Krümmungsradius vier verschiedene
 Bauarten festgelegt, wobei das Tragseil mit 11 kN, der
 Fahrdraht mit 10 kN und das Windseil mit 3 kN nachgespannt
 sind.⁷⁷

Für die Auslegerstützpunkte übernahm man grundsätzlich den
 Rohrschwenkausleger der AEG für nachgespanntes Tragseil
 (s. 7.5.1.); dabei war besonders die Ermittlung der Rohr-
 längen bedeutsam.⁷⁸ Von den Ausleger-Stützpunkten ist le-
 diglich der Zwischenstützpunkt der zweifeldrigen Nachspan-
 nung erhalten.⁷⁹ Zur seitlichen Festlegung des Fahrdrahtes
 Z 8.1.5./6 ist anstelle eines Rohres von 4 kg Masse ein Bügel von 550
 mm, später 800 mm Länge, aus Leichtmetall vorgesehen, der
 mit einer Seilverlängerung beim Stützpunkt K am Drehausle-
 ger, beim Stützpunkt L am Stützrohr und im Querfeld am un-
 teren Richtseil befestigt ist. Die Zeichnung des Stütz-
 punktes im Quertragwerk der windfesten Fahrleitung mit
 nachgespanntem Tragseil und geerdetem oberem Richtseil mit
 einer Systemhöhe von 2,0 m für Krümmungsradien über 10 000
 m ist wohl noch im Zeichnungs-Verzeichnis 1947 aufgeführt,
 aber nicht mehr erhalten.⁸⁰ Jedoch ist anzunehmen, daß man
 die Längsbeweglichkeit des Tragseils wie bei der AEG-Fahr-
 leitung mit nachgespanntem Tragseil (s. 7.5.1.) mit
 Laschen sicherstellte. Bei der dreifeldrigen Streckentren-
 nung⁸¹ ist vor allem im Gleisbogen die Anordnung des Wind-
 seils komplex. Anstelle des bisher verwendeten Hebel-Span-
 ners verwendete man für die gemeinsame Nachspannung von
 Z 8.1.5./5 Tragseil und Fahrdraht erstmals den Radspanner.⁸²
 Z 8.1.5./7

Kurz nach Aufnahme des elektrischen Zugbetriebes zwischen
 Rudolstadt und Weißenfels beauftragte das RZA München die
 Versuchsanstalt, auf der Strecke Camburg - Weißenfels an
 der windfesten RZA-Fahrleitung Versuchsfahrten durchzuführen.
 Nach dem Bericht⁸³ untersuchte die Flm Großheringen
 die Fahrleitung zwischen Camburg und Bad Kösen, wobei sich
 einige Mängel zeigten: Die schräg liegenden Hänger ver-
 drehen den Fahrdraht, der 550 mm lange Abzugbügel ist zu
 kurz, so daß die Gefahr des Bügelanschlags besteht. Hier-

⁷⁶ Zeichnung Ezs 894 Ausgabe vom September 1940;

Zeichnung Ezs 891 Ausgabe vom September 1940.

⁷⁷ Zeichnung Ezs 893 Ausgabe vom September 1940.

⁷⁸ Zeichnung Ezs 895/1...4 Ausgabe vom September 1940.

⁷⁹ Zeichnung Ezs 900 Ausgabe vom Februar 1946.

⁸⁰ Zeichnung Ezs 892 Ausgabe vom September 1940.

⁸¹ Zeichnung Ezs 898 Ausgabe vom September 1940.

⁸² Zeichnung EzsN 188/1,2 Ausgabe vom Juli 1942.

⁸³ Bericht A 9 V/1941 aufgestellt am 21.08.1941.

nach könnte man schließen, daß die RZA-Fahrleitung nur zwischen Camburg und Bad Kösen eingebaut gewesen wäre, jedoch spricht das RZA München in einer Fotosammlung F 8.1.5./1 selbst von "Windfeste Fahrleitung Strecke Weissenfels - F 8.1.5./2 Camburg Ausführung AEG", weiter ist eines dieser Bilder nach einem abgebildeten Kilometerstein eindeutig zwischen Naumburg und Leißling zu lokalisieren.

Die Meßfahrten fanden am 26. und 27.06.1941 mit der Z 8.1.5./8 E 18 046 mit Einfach-Kohleschleifleisten statt, wobei man Z 8.1.5./9 zwischen Naumburg und Weißenfels mit dem dazwischen liegenden Bahnhof Leißling 150 km/h erreichte. Die Kontaktunterbrechungen waren wider Erwarten häufiger als vermutet. Als harte Punkte zeigten sich die Mittelstützpunkte der zweifeldrigen Nachspannung und die Übergangsfelder der dreifeldrigen Streckentrennung, weiter erwies sich die Neigung des Fahrdrachts bei Überbauten als zu groß. Im Bahnhof Leißling kam es an jedem Quertragwerk zu Kontaktunterbrechungen, man stellte große Höhenunterschiede zwischen Stützpunkt und Feldmitte fest und schloß auf einen grundsätzlichen Fehler beim Einbau der Kette. Der Bericht schlägt vor, die zweifeldrige Nachspannung durch eine dreifeldrige zu ersetzen.

Nach A. Mosler⁸⁴ ist der Einbau der RZA-Fahrleitung mit nachgespanntem Tragseil wohl schwieriger als bei der Einheitsfahrleitung 1931 und der SSW-Fahrleitung mit Y-Beiseil, da immer die Seilspannungen nachzuprüfen sind, dennoch wesentlich einfacher als bei der windfesten AEG-Fahrleitung mit festem Tragseil. Nach M. Süberkrüb⁸⁵ ist die RZA-Fahrleitung dank ihrer sehr günstigen Elastizität für Höchstgeschwindigkeiten von 150 bis 240 km/h geeignet. Dennoch baute man sie entgegen der ursprünglichen Absicht - die erhalten gebliebenen Zeichnungen der RZA-Fahrleitung tragen den Vermerk: "Zur Ausführung genehmigt für die Fahrleitung Strecke Camburg - Halle/Leipzig" - östlich Weißenfels nicht ein. Aus der Erinnerung notiert E. Rutke, daß diese Fahrleitung wegen der schwierigen Regulierung später nicht mehr verwendet wurde. Auch S. Volpert weiß mitzuteilen, daß sich die RZA-Fahrleitung nicht bewährt hat und begründet dies mit der sehr schwierigen Schadensbehebung.

8.2. Änderung der Einheitsfahrleitung 1931

Bei dem Dezernenten-Treffen 1941 in München stellt H. Nibler⁸⁶ fest: "Ferner stellt das Kohleschleifstück wegen

⁸⁴ Vorträge bei den Unterrichtskursen ..., Lehrgang Mai/Juni 1942 in München, S. 51 f.

⁸⁵ AEG, 45 (1955), S. 392.

⁸⁶ Erfahrungsaustausch der Sachdezernenten über Beobachtungen im elektrischen Zugbetrieb, Tagung in München 1941, S. 178 f.

seiner um etwa 30 Prozent größeren Masse, wegen des höheren Anpreßdruckes und der größeren Empfindlichkeit der Kohle gegen harte Anschläge höhere Ansprüche an das dynamische und elastische Verhalten der Fahrleitung. Es müssen demnach Forderungen, welche früher nur für hohe Fahrgeschwindigkeiten erhoben wurden, heute allgemein an die Konstruktion der Fahrleitung gestellt werden ... Wir standen daher vor der Aufgabe, die vorhandenen Fahrleitungen für die neuen Forderungen geeignet zu machen und dabei auch Mängel, die aufgrund der bisherigen Erfahrungen zu Betriebsstörungen führten, zu beseitigen." Nach G. Naderer⁸⁷ sollte bei der Elektrifizierung Nürnberg - Halle/Leipzig diese verbesserte Einheitsbauart aus Gründen der Rohstoffersparnis in allen Abschnitten eingebaut werden, in denen die Fahrgeschwindigkeit 100 km/h nicht übersteigt.

8.2.1. Bauart SSW mit angelenktem Seitenhalter

1939 Pressig-Rothenkirchen - Probstzella

E. Eger⁸⁸ notiert, daß man die Hauptgleise der genannten Steilrampenstrecke, die zwischen Förtschendorf und Pressig-Rothenkirchen mit 95 km/h befahren werden, mit der Einheitsfahrleitung 1931 ausrüstete, jedoch den angelenkten Seitenhalter beibehielt, dies auch bei der Nachspannung bzw. Streckentrennung. Auch in den Bahnhöfen verwendete man für Nebengleise mit Ausleger-Stützpunkten diese Bauart, bei Querseil-Aufhängung die Regelausführung der Einheitsfahrleitung 1931. Während die DB später in Hauptgleisen die kurzen SSW-Seitenhalter durch anschlagsichere Leichtmetall-Seitenhalter der Regelfahrleitung 1950 ersetzte, findet sich in Nebengleisen der Bahnhöfe Steinbach am Wald und Ludwigsstadt heute noch die ursprüngliche Bauart.

8.2.2. Bauart BBC mit Y-Beiseil

1934 München Hbf - München-Obermenzing
 1934 München-Allach - Dachau (Teilstrecke)
 1939 Probstzella - Saalfeld (Saale)
 1939 Kufstein - Wörgl (Doppelspurausbau)
 1941 Orlamünde - Camburg

Bei der Elektrifizierung der Strecke München - Dachau hatte BBC nach vorhandenen Fotos den größten Teil der Strecke auch mit Y-Aufhängung am Stützpunkt ausgerüstet, jedoch gegenüber der zwischen Augsburg und Nürnberg verwendeten Ausführung (s. 7.4.) ein kürzeres Y-Beiseil vorgesehen. Für die Stützpunkte konnten damit die Zeichnungen der Ein-

⁸⁷ AEW, 60 (1937), S. 609; s. auch VW, 34 (1940), S. 349.

⁸⁸ Organ, 94 (1939), S. 266.

heitsfahrleitung 1931 weitgehend unverändert übernommen werden.

Die Oberste Bauleitung für Elektrisierungen in Leipzig übernahm zwei heute noch bei der BD Nürnberg vorhandene Zeichnungen⁸⁹ von BBC, die unabhängig vom Krümmungsradius Z 8.2.2./1 ein 6 m langes Y-Beiseil vorsehen, auf freier Strecke mit Z 8.2.2./2 1,5 m Systemhöhe, im Bahnhof das Normmaß 2,0 m. Während man beim Ausleger-Stützpunkt den Seitenhalter direkt am Y-Beiseil aufhängte, ordnete man den Hänger bei Querseil-Aufhängung 0,9 m einseitig neben dem Stützpunkt an. BBC rüstete die Teilstrecken Probstzella - Saalfeld und Orlamünde - Camburg durchgehend mit dieser Bauart aus, weiter die Nebengleise der Bahnhöfe zwischen Saalfeld und Orlamünde. Nach Mitteilung der Elektrostreckenleitung Innsbruck erhielt auch die Strecke Kufstein - Wörgl anlässlich des Doppelspurausbaus diese Bauart, jedoch mit einem Y-Beidraht am Stützpunkt.

Auch von dieser verbesserten Variante der Einheitsfahrleitung 1931 liegt kein Bericht der Versuchsanstalt vor, jedoch stellt H. Nibler⁹⁰ beim Dezernenten-Treffen 1941 in München fest: "Im Altreich konnte die Einheitsfahrleitung mit Y am Stützpunkt im allgemeinen mit nur geringfügigen Änderungen für die Reichsstromabnehmer bei Geschwindigkeiten bis 120 km/h zugelassen werden."

Damit hatten die Firmen BBC und SSW wohl das dynamische Verhalten der Einheitsfahrleitung 1931 verbessert, die Strombelastbarkeit des aus 50 mm² Stahltragseil und 100 mm² Kupferfahrdrabt bestehenden Kettenwerks war jedoch Z 8.2.1./1 Z 8.2.1./2 unverändert geblieben. Nach den Fahrleitungsrichtlinien Z 8.2.1./3 darf dieses Kettenwerk bei einer Außentemperatur von +15°C Z 8.2.1./4 mit einer Dauerstromstärke von etwa 540 A bei neuem und von etwa 440 A bei 20 Prozent abgenutztem Fahrdrabtquerschnitt belastet werden.

Ab 1941 führte der massive Einsatz der Baureihe E 94 zwischen Saalfeld und Pressig-Rothenkirchen zu einem Energiebedarf von bislang bei der DRB unbekannter Größenordnung. Noch im gleichen Jahr rüstete man vom am Scheitelpunkt der Frankenwaldlinie gelegenen Unterwerk Steinbach am Wald aus Speiseleitungen aus 185 mm² Stahl-Aluminium-Seil nach, die jeweils unterhalb der Bahnhöfe Probstzella, Ludwigsstadt, Förtschendorf und Pressig-Rothenkirchen in das Kettenwerk des Berggleises der freien Strecke einspeisten. Nach dem Zweiten Weltkrieg baute man das 2. Streckengleis auf den Teilstrecken Probstzella - Ludwigsstadt und Förtschendorf - Hochstadt-Marktzeuln ab. Seither speist man an den ge-

⁸⁹ Zeichnung Ezs 2098 Ausgabe vom März 1938;
Zeichnung Ezs 2099 Ausgabe vom März 1938.

⁹⁰ Erfahrungsaustausch der Sachdezernenten über Beobachtungen im elektrischen Zugbetrieb, Tagung in München 1941, S. 179.

nannten Orten in das Kettenwerk des verbliebenen Streckengleises. Seit der Demontage der Fahrleitung bei der DR im Jahre 1946 (s. 12.4.1.) speist man anstelle nördlich Probstzella jetzt unmittelbar an der Grenze bei Falkenstein ein.

8.3. Umbau vorhandener Fahrleitungen für den Reichsstromabnehmer

Die Einführung des 1950 mm breiten Reichsstromabnehmers anstelle des bisherigen Einheitsstromabnehmers der DRB von 2100 mm Breite sollte nach der Eingliederung Österreichs als "Ostmark" an das Reich den uneingeschränkten Durchlauf elektrischer Triebfahrzeuge ermöglichen (s. 2.3.). Als Folge zeigte sich nach W. Wechmann⁹¹ bereits im Jahre 1938 die Notwendigkeit, im "Altreich" den Zickzack von bisher ± 500 mm auf ± 400 mm zurückzunehmen. Dies bedeutete, auf vorhandenen Strecken mit zu großen Mastabständen und hohen Windgeschwindigkeiten einerseits die Fahrleitungen in der Geraden windfest umzubauen, andererseits auch im Gleisbogen die Fahrleitungsanlage zu ändern. Bei gegebenem Bogenhalbmesser R und der Längsspannweite a stellt dort weniger die Fahrdraht-Seitenverschiebung am Brechpunkt b , vielmehr die Lage des Fahrdrahtes in der Mitte zwischen den Brechpunkten c das kritische Maß dar, dies zufolge der kinematischen Abweichung der Fahrzeugachse gegenüber der Gleisachse.

Grundsätzlich stand die DRB 1927 vor einem ähnlichen Problem, als man nach G. Naderer⁹² beschloß, den Fahrdrahtzickzack von bislang ± 600 mm auf ± 500 mm zu verringern. Von der RBD Breslau ist durch ein Foto bekannt, daß man auf der Strecke Hirschberg - Polaun mit zahlreichen Gleisbogen bis 200 m Radius⁹³ nach Art von Straßenbahnbetrieben am Hauptstützpunkt einen als Sehne bezeichneten Beidraht anklemmte und diesen an einem zweiten Seitenhalter befestigte. Über entsprechende Anpassungen im süddeutschen Streckennetz ist nichts bekannt.

Es fällt auf, daß man anlässlich der Einführung des Reichsstromabnehmers zwar auf allen Strecken Süddeutschlands die Fahrleitung in der Geraden neu regulierte, im Gleisbogen jedoch nur die Reichsbahndirektionen München und Regensburg größere Umbauten durchführten; bei den übrigen Direktionen die Fahrleitung soweit möglich korrekt justierte, aber nicht mehr investierte. Noch heute sind auf der "Geislinger Steige" zwischen Geislingen und Amstetten die ursprünglichen Masten der Elektrifizierung von 1933 vorhanden; die Seitenverschiebung am Brechpunkt beträgt im Regelfall ± 500 mm, entsprechend die Lage des Fahrdrahtes

⁹¹ EB, 15 (1939), S. 7

⁹² Organ, 83 (1928), S. 337.

⁹³ GA, 108 (1931), S. 127, Abb. 6.

in Feldmitte beim 300 m-Radius für einen Mastabstand a von 46,8 m bei 100 N/mm² Fahrdratzug gemäß Fahrleitungsvorschrift 1931 414 mm, ohne daß es hierbei betriebliche Schwierigkeiten gegeben hätte.

8.3.1. Windschiefe Fahrleitung in Gleiskrümmungen

H. Nibler, H. H. Schaefer und F. Rebmann⁹⁴ sprechen davon, bei gegebenen zu großen Mastabständen im Gleisbogen durch seitliches Herausziehen des Tragseils aus der Gleisachse kleinere Zickzackmaße zu gewährleisten. Damit griff man eine Tradition der Firma BBC auf (s. 5.2.4.2. und 7.6.).

Aus folgenden Gründen war auf einem Großteil des damals elektrifizierten Streckennetzes der Direktionen München und Regensburg ein Umbau der Fahrleitungen im Gleisbogen notwendig. Einerseits waren alle bis 1926 dem elektrischen Zugbetrieb übergebenen Strecken für ein Zickzackmaß von ± 600 mm gebaut worden, eine erneute Reduzierung dieses Maßes auf ± 400 mm hätte im Gleisbogen zu einer unzulässigen Lage des Fahrdraths in Feldmitte geführt. Aber auch auf den neueren bereits für einen Zickzack von ± 500 mm errichteten Fahrleitungen der Strecke München - Kufstein/Freilassing war dies erforderlich, da elektrische Triebfahrzeuge der "Ostmark" mit dem 1746 mm breiten Stromabnehmer und einer Schleifstückbreite von 1200 mm (s. Tabelle 1/1 S. 26) nach München durchlaufen sollten. Nach Mitteilung von O. Janusz war dies für die Strecke Kufstein - München ab Sommerfahrplan 1939 mit den Baureihen E 22.1 und E 22.2 (BBÖ 1670 bzw. 1670.100) der Fall, von 1943 an auch zwischen Salzburg und München mit der Baureihe E 18.2 (BBÖ 1870).

Die Handausgabe des RZA München von 1947 enthält die wesentlichen Berechnungsgrundlagen. Nachdem man im Jahre 1939 die seitliche Festhaltung des Fahrdrathes in Abhängigkeit vom Bogenhalbmesser und der Windgeschwindigkeit für den Reichsstromabnehmer dargestellt hatte,⁹⁵ weiter die Verringerung der Sicherheit bei Vergrößerung der Mastabstände,⁹⁶ legte man im folgenden Jahr das Maß c in Abhängigkeit von R , a und b sowie der Windgeschwindigkeit fest.⁹⁷ Die Zeichnung der grundsätzlichen Anordnung der windschiefen Aufhängung einer Fahrleitung im Gleisbogen⁹⁸ ist nicht erhalten geblieben, dafür die Bestimmung der Fahrdrath- und Tragseillage bei windschiefer Anordnung des Kettenwerks in Gleiskrümmungen zur Änderung vorhandener

⁹⁴ VW, 34 (1940), S. 350.

⁹⁵ Zeichnung Ezs 834 Ausgabe vom August 1939;
Zeichnung Ezs 838 Ausgabe vom August 1939.

⁹⁶ Zeichnung Ezs 839 Ausgabe vom August 1939.

⁹⁷ Zeichnung Ezs 867 Ausgabe vom Februar 1940;
Zeichnung Ezs 868 Ausgabe vom Februar 1940.

⁹⁸ Zeichnung Ezs 144 Ausgabe vom August 1939.

Fahrleitungen für Reichsstromabnehmer in zahlreichen Kurvenscharen.⁹⁹

Für diese aufwendigen und in kurzer Frist durchzuführenden Umbauten auf freier Strecke und im Bahnhof erhielt die Flm München-Pasing nach H. Nibler und H. Knorr¹⁰⁰ einen gut ausgestatteten Fahrleitungsbauzug mit geschultem Personal, der während des Zweiten Weltkrieges den größten Teil der umfangreichen Kriegsschäden behob und später Fahrleitungen sowohl umbaute als auch neu errichtete.

F 8.3.1./1
F 8.3.1./2

Auf der Hauptabfuhrstrecke München - Kufstein/Freilassing hat man diese windschiefe Fahrleitung in Gleiskrümmungen im Zusammenhang mit der Anhebung der Höchstgeschwindigkeit auf bis zu 140 km/h größtenteils durch die Regeloberleitung für 160 km/h ersetzt; nur auf den Teilstrecken Bergen - Traunstein (90 km/h) und Rückstetten - Teisendorf (100 km/h) ist sie heute noch vorhanden. Nachträglich hatte man ein kurzes Teilstück auf der Bogeninnenseite bei Bergen (Obb.) wieder lotrecht mit Zwischenmasten umgebaut, da sich dies als zu teuer erwies, jedoch nicht weitergeführt. Auf den übrigen eingleisigen Strecken außerhalb des S-Bahn-Bereichs München besteht die windschiefe Fahrleitung heute noch, auch bei Streckentrennungen, die man bei zweigleisigen Strecken in der ursprünglichen Bauart beließ.

8.3.2. Dreipunkt- oder V-Aufhängung der BD Nürnberg

Z 8.3.2./1

F 8.3.2./1
F 8.3.2./2

Während des Zweiten Weltkrieges hatte die RBD Nürnberg die günstig trassierte Strecke Nürnberg Hbf - Pressig-Rothenkirchen auf das Zickzackmaß ± 400 mm umgebaut, nicht jedoch die zahlreichen Gleisbogen der Steilstrecke Pressig-Rothenkirchen - Probstzella. Vermutlich im Zusammenhang mit den ab 1956 angelieferten elektrischen Einheitslokomotiven der DB, deren Stromabnehmer DBS 54 gegenüber dem bis dahin verwendeten SBS 39 kürzere Schleifstücke hat (s. Tabelle 1/1 S. 26), erwog die BD Nürnberg, auch die ihr verbliebene Teilstrecke Pressig-Rothenkirchen - Falkenstein durchgehend auf das Zickzackmaß ± 400 mm umzubauen. Nachdem Versuche mit einem beim Stützpunkt am Fahrdrabt angeklebten Beidraht negativ verlaufen waren, entwarf man selbst einen Fahrleitungs-Stützpunkt in Kurven mit zu großen Mastabständen¹⁰¹ unter ausschließlicher Benutzung genormter Bauteile. 2,5 m beidseits des Stützpunktes befestigte man jeweils einen Seitenhalter am Fahrdrabt; deren Enden sind einerseits am Tragseil aufgehängt, andererseits über ein Bronzeseil von 25 mm² verbunden. Dieses Bronzeseil führt man im Querfeld bzw. bogenaußen bei Ausleger-Stützpunkten je nach Entfernung vom Festpunkt über eine am

⁹⁹ Zeichnung Ezs 833/1...3 Ausgabe vom Juni 1940.

¹⁰⁰ DB, 30 (1956), S. 423.

¹⁰¹ Zeichnung Eb 25/107 Ausgabe vom Mai 1957.

unteren Richtseil bzw. am Stabisolator befestigte Gabelkausche oder Rolle, bogeninnen bei Ausleger-Stützpunkten immer über eine am Stützrohr angebrachte Gabelkausche. Auf diese Weise verkürzt man das für die Zickzackführung entscheidende Maß a zwischen 2 Masten jeweils um 5 m, womit man beispielsweise im Gleisbogen von 300 m Radius von dem in der Fahrleitungsvorschrift 1931 angegebenen Mastabstand 46,8 m annähernd auf die in den Fahrleitungsrichtlinien 1953 (s. 11.2.) vorgeschriebene Längsspannweite von 42,1 m für festes Tragseil kommt.