

10. Einfach-Fahrleitungen

Der Kapitalaufwand der Fahrleitungsanlagen an den Gesamtkosten der Elektrifizierung einer hochbelasteten Eisenbahnstrecke mit 15 kV 16 2/3 Hz beträgt nach dem von A. Ganzenmüller erstellten "Gutachten über die Wahl des Stromsystems für die Elektrisierung von Fernbahnen"¹ etwa 9,8 Prozent, 1951 spricht Th. Vogel² von 9 bis 12 Prozent, 1953 nennt die DB hierfür einen Anteil von 11,2 Prozent.³ Mag dieser Anteil relativ niedrig erscheinen, ergeben sich absolut ansehnliche Beträge. Rechnet das "Ganzenmüller-Gutachten"⁴ je Gleiskilometer der freien Strecke mit 9 100 RM, sind es für das Hauptgleis im Bahnhof 14 200 RM. Zum Vergleich sei angeführt, daß dasselbe Gutachten für die Baureihe E 18 mit einem Stückpreis von 417 000 RM rechnet, für die E 44 mit 307 000 RM und die E 94 mit 462 000 RM. Schon in den Anfängen des elektrischen Vollbahnbetriebes versuchte man, den Kapitalaufwand für Fahrleitungsanlagen durch die Verwendung von Einfach-Fahrleitungen zu vermindern.

10.1. Tragseillose Fahrleitung

- 1925 Bw München Hbf
- 1933 Bw Ulm Hbf
- 1934 Großweißandt, Übergabebahnhof
(an der Strecke Magdeburg - Halle)
- 1935 Bw Nürnberg Hbf
- 1937 Bf Ittersbach (2. Elektrifizierung)
- 1937 Geislingen (Steige) - Geislingen-Altenstadt
- 1965 Bronnzell - Welkers (vorübergehend)

Über die Verwendungsmöglichkeit der tragseillosen Fahrleitung bei Vollbahnen äußert sich die Literatur unterschiedlich. R. Baecker⁵ führt in einer Betrachtung über den Stand des elektrischen Vollbahnbetriebes im Jahre 1916 aus, daß die Straßenbahnfahrleitung wegen der Steifheit des ganzen Systems und der hohen Beanspruchung des Fahrdrachts an den Befestigungsstellen für Vollbahnen nicht geeignet ist. Nach E. E. Seefehlner⁶ sind bei hohen Leistungen, hohen Spannungen und gegebenenfalls höheren Geschwindigkeiten die verhältnismäßig geringen Spannweiten und dementsprechend große Zahl der Stützpunkte und damit Isolatoren, weiter der Durchhang der Einfach-Fahrleitung unerwünscht. "Weiter verlangt die öffentliche Sicherheit, daß der Bestand der Leitung nicht einem in bezug auf

¹ EB, 20 (1944), Eh. S. 138.

² Die Eisenbahn in der technischen Entwicklung, Düsseldorf o. J., S. 74

³ EB, 24 (1953), S. 275.

⁴ EB, 20 (1944), Eh. S. 136 ff.

⁵ ZÖIAV, 68 (1916), S. 632.

⁶ Elektrische Zugförderung, Berlin 1922, S. 89.

Bruchlast verhältnismäßig minderwertigen Baustoff - Kupfer - anvertraut wird." K. Sachs⁷ formuliert im Zusammenhang mit der Einfachfahrleitung bereits allgemeiner: "Bei Vollbahnen ist es daher unerlässlich, den Fahrdraht derart aufzuhängen, daß er unter allen Verhältnissen, d. h. möglichst unabhängig von der Temperatur nahezu immer horizontal verläuft, ohne stark ausgeprägte Knickpunkte an den Stützpunkten aufzuweisen."

Während sich die Vorläufigen Fahrleitungsvorschriften 1924 und die Fahrleitungsvorschriften 1926 (s. 5.1.) über Einfach-Fahrleitungen ausschweigen, notiert die Fahrleitungsvorschrift 1931 (s. 6.1.) ausdrücklich: "Bei Privatan-schlußgleisen und sonstigen untergeordneten Gleisen, die mit einer Geschwindigkeit von höchstens 20 km/h befahren werden, kann auf das Tragseil verzichtet werden."⁸

G. Naderer⁹ notiert: "Bei Fernbahnen kommt diese Bauweise, die für Klein- und Straßenbahnen die Regel bildet, nur in Ausnahmefällen über Gleisen von geringer Betriebs- und Verkehrsbedeutung in Frage, so vor Lokomotiv- oder Triebwagenschuppen, untergeordneten Verladeanlagen usw." A. Mosler¹⁰ ergänzt: "Bei der Deutschen Reichsbahn werden solche primitiven Fahrleitungen hier und da, so z. B. bei manchen Anschlußgleisen, Zufahrten zu Schuppen oder dergl. verwendet."

Im Jahre 1905 hatte die mit zunächst 40 km/h befahrene Lokalbahn Murnau - Oberammergau größtenteils eine tragseillose Fahrleitung mit festem Fahrdraht für Betrieb mit 5,5 kV 16 Hz erhalten (s. 3.2.1.). Von Betriebsaufnahmen ist bekannt, daß von 1916 an verschiedene Bahnbetriebswerke mit Ringhalle über der Drehscheibe eine als "Stern" bezeichnete Überspannung mit festem Fahrdraht erhielten, so Freilassing, Rosenheim, Augsburg oder Nürnberg Rbf; lediglich den Fahrdraht des Zufahrtsgleises spannte man einseitig nach und hängte diesen an einem festen Tragseil auf.

G. Naderer¹¹ weist darauf hin, daß man die Fahrleitungen der Gleise vor dem Schuppen des Bw München Hbf in vereinfachter Form ohne Tragseil ausführte. Nach Fotos hängte man den festen Fahrdraht an einem aus spannungsführendem Quertragseil und Richtseil bestehenden Quertragwerk auf, wobei man Bauteile einer Straßenbahn-Fahrleitung verwendete. Noch deutlicher sieht man dies an der Überspannung eines von G. Naderer¹² nicht näher bezeichneten Privatan-schlußgleises bei Garmisch-Partenkirchen.

⁷ Die ortsfesten Anlagen elektrischer Bahnen, Zürich und Leipzig 1938, S. 160.

⁸ EB, 9 (1933), S. 50.

⁹ EB, 17 (1941), Eh. S. 69.

¹⁰ Lehrgang 1942, S. 28.

¹¹ EB, 4 (1928), S. 284.

¹² GA, 101 (1927), Sh. S. 203.

F 10.1./2 Zuletzt verwirklichte man die tragseillose Fahrleitung mit festem Fahrdraht auf einer Schmalspurbahn. Als im Jahre 1937 die DEBG die meterspurige Teilstrecke Busenbach - Ittersbach der Albtalbahn erneut mit 8,8 kV 25 Hz elektrifizierte (s. 7.7.), erhielt der Endbahnhof Ittersbach eine Einfachfahrleitung.

F 10.1./1 Bei den entsprechend der Fahrleitungsvorschrift 1931 erstellten Anlagen mit tragseilloser Fahrleitung verwendete man genormte Bauteile und nachgespannten Fahrdraht. Bei den Quertragwerken der Fahrleitung über der Gleisgruppe vor der Rechteckhalle des Bw Ulm Hbf hängte man im Regelquerfeld den Fahrdraht über 2 Hänger beidseits des unteren Richtseils an einem Stabisolator unterhalb des oberen geerdeten Richtseils auf, sonst vereinfacht an einem aus 2 geerdeten Quertragseilen und einem spannungsführenden Richtseil bestehenden Quertragwerk. Diese heute noch bestehende Anlage erwähnt die Literatur nicht.

Holz¹³ beschreibt die für den Übergabebahnhof zu einer Industriebahn in Großweißandt (zwischen Magdeburg und Halle) gewählte Anordnung. Die Quertragwerke des dreigleisigen Übergabebahnhofs weisen jeweils ein spannungsführendes Quertragseil und ein spannungsführendes Richtseil mit Seitenhaltern auf. Mit Rücksicht auf die Bewegungsmöglichkeit des Fahrdrahts sind die Hänger beim Stützpunkt unten gabelförmig ausgebildet. Anstelle von Stahlmasten verwendete man hier solche aus Holz.

Bei der Überspannung der Gleisgruppe vor der Rechteckhalle des Bw Nürnberg Hbf im Jahre 1935 verwendete man im Querfeld die beim Bw Ulm Hbf montierte Bauart, bei Auslegerstützpunkten hängte man den Seitenhalter über einen Hänger am Stabisolator des Schrägauslegers auf. Auch hierüber finden sich in der Literatur keine Angaben.

F 10.1./3 Im Jahre 1937 elektrifizierte man die 3,1 km lange Teilstrecke Geislingen (Steige) - Geislingen-Altenstadt der eingleisigen Nebenbahn Geislingen (Steige) - Wiesensteig zum Anschlußbahnhof Staufenstolln der Gute-Hoffnungs-Hütte. B. Boehm¹⁴ notiert hierzu: "Die mit einer Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h nur sehr schwach befahrene Strecke wurde mit einer tragseillosen Einfachfahrleitung und Holzmasten ausgerüstet." Nach Fotos verwendete man F 10.1./4 Holzmasten nur auf der freien Strecke, wobei man den Seitenhalter ähnlich wie bei der von R. Dahlander¹⁵ beschriebenen Versuchsanlage der Schwedischen Staatsbahnen für elektrischen Betrieb über ein Spitzenankerrohr am Mast festlegte. Im Bahnhof Geislingen-Altenstadt baute man ähnlich wie in Großweißandt Quertragwerke mit spannungsfüh-

¹³ EB, 11 (1935), S. 20 f.

¹⁴ DB, 30 (1956), S. 1137.

¹⁵ EKB, 4 (1906), S. 77 ff., 419 f.; EKB, 6 (1908), S. 370 ff.

rendem Quertragseil und spannungsführendem Richtseil ein, jedoch an Stahlmasten. Die Nachspannung mit Hebelspannern erfolgte zweifeldrig, Streckentrenner ersetzen Streckentrennungen. In der Mitte einer Nachspannlänge legte man den Fahrdraht in einem zweifeldrigen Festpunktfeld an einem Ankerseil fest. Nachdem man noch um 1958 die Holzmasten durch solche aus Stahl ersetzt hatte, war die Fahrleitungsanlage nach der Stilllegung der Gute-Hoffnungs-Hütte im Jahre 1963 entbehrlich geworden; man baute sie im darauffolgenden Jahr ab. Kurz darauf installierte die DB bei der vorübergehenden Elektrifizierung einer Nebenbahn erneut eine tragseillose Fahrleitung.

Nach Beisiegel¹⁶ errichtete man im Frühjahr 1965 für den Bau einer Bundesautobahn in Welkers eine Großumschlagstelle für Baumaterialien. Da ein bis eineinhalb Jahre arbeitstäglich bis zu 7000 t Kies aus dem Raum Eschwege angefahren werden sollten, waren jeden Arbeitstag 6 Kieszüge von bis zu 1600 t bespannt mit einer Lokomotive der Baureihe E 50 nach Welkers zu fahren. Durch eine vorübergehende Elektrifizierung der 6 km langen Teilstrecke Bronnzell - Welkers der Nebenbahn Bronnzell - Gersfeld (Röhn) mit zahlreichen Krümmungen und Steigungen bis 16,7 Promille ließen sich die Zugförderungskosten erheblich senken. Da die Höchstgeschwindigkeit der Züge auf diesem Streckenabschnitt unter 50 km/h bleibt, konnte man eine als "Einfachst-Fahrleitung" bezeichnete tragseillose Fahrleitung verwenden, die man zum großen Teil an den von G. Gscheidle¹⁷ näher beschriebenen Pioniermasten aufhängte. Auf der freien Strecke ähnelt der Stützpunkt grundsätzlich jenem zwischen Geislingen (Steige) und Geislingen-Altenstadt, im Bahnhof Welkers überspannte man nur das durchgehende Hauptgleis, wodurch Quertragwerke entfielen. Nach Mitteilung der Flm Fulda erhielten Bahnübergänge festes Tragseil wie bei der Regeloberleitung der DB für 75 km/h. Die Nachspannung war zweifeldrig ausgebildet, Streckentrenner ersetzen Streckentrennungen. Diese Anlage bestand von Oktober 1965 bis zum Abbau im Juni/Juli 1968.

Nach K. Bauermeister¹⁸ sollte die Erprobung dieser Einfachfahrleitung auch der Kostensenkung im Zusammenhang mit Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen des Zugförderungsdienstes dienen. G. Manz¹⁹ sieht in dieser Bauart die Grundlage einer kostengünstigen Sekundär- oder Flächenelektrifizierung. Tatsächlich verwendet die DB die tragseillose Fahrleitung nur bei äußerst knappen Lichtraumverhältnissen unter Überbauten, so bei der von H. D. Schäfer und E. Meyer zur Heyde²⁰ beschriebenen Fahrdrahtaufhängung unter dem Kreuzungsbauwerk Osnabrück.

¹⁶ EB, 37 (1966), S. 49.

¹⁷ EB, 25 (1954), S. 283 f.

¹⁸ EB, 37 (1966), S. 104 f.

¹⁹ DB, 40 (1966), S. 893 ff.

²⁰ EB, 42 (1971), S. 222 ff.

Schließlich sei darauf hingewiesen, daß das RZA München während des Zweiten Weltkrieges nach zahlreichen im Zeichnungs-Verzeichnis 1947 aufgeführten Zeichnungen intensiv an einer tragseillosen Fahrleitung bzw. einer Fahrleitung mit 15 kV-Oberleitungsstromschiene für die S-Bahn München arbeitete; hier ist keine dieser Zeichnungen erhalten geblieben. Auch finden sich hierüber in der Versuchsanstalt München keine Berichte, obwohl im Zeichnungs-Verzeichnis 1947 von Versuchsanordnungen die Rede ist.

10.2. Tragseilarme Fahrleitung

10.2.1. Kriegszerstörungen und behelfsmäßiger Wiederaufbau

1942 Stuttgart Hbf (Bahnsteigbereich)
1943 Bw München Hbf
1944 Attnang-Puchheim, Umspanngruppe
1945 Ulm Hbf

Nach E. Kreidler²¹ bereiteten die ersten beiden Phasen des Luftkrieges bis Ende März 1942 dem Eisenbahnbetrieb verhältnismäßig geringe Schwierigkeiten. Während der dritten Phase bis Ende 1942 kam es zu massierten Bombenabwürfen auf Eisenbahnanlagen, jedoch erst die vierte Phase des Luftkrieges mit wesentlich gesteigerter Intensität der Einflüge zur Vernichtung militärischer und industrieller Anlagen sowie die Zerstörung des Verkehrssystems beeinträchtigten den Eisenbahnbetrieb in den systematisch bombardierten betrieblichen Schwerpunkten fühlbar, erst recht in der fünften und letzten Phase des Luftkrieges ab Juni 1944 bis Kriegsende.

B. Boehm²² beschreibt die Auswirkungen der Luftangriffe auf die elektrifizierten Bahnanlagen im Württemberg näher: Beim Bombenangriff auf den Hauptbahnhof Stuttgart vom 22.11.1942 waren dessen Bahnhofshallen in Flammen aufgegangen und die gesamte Fahrleitungsanlage zerstört worden. Bereits nach wenigen Tagen konnte der elektrische Vorortsbetrieb wieder aufgenommen werden, indem auf den stehengebliebenen Stahlbetonstützen eine tragseilarme Einfach-Fahrleitung aufgehängt wurde. "Den zunehmenden, fast jede Nacht erfolgenden Angriffen konnte nur durch eine umfangreiche Schulung der Fahrleitungsmannschaften in der möglichst raschen Wiederherstellung der beschädigten Anlagen ... einigermaßen begegnet werden." Entsprechend dem skizzierten Verlauf des Luftkrieges konnte hiervon weder bei der Dezernenten-Tagung 1941 noch beim Lehrgang 1942 in München die Rede sein.

²¹ Die Eisenbahnen im Bereich der Achsenmächte während des Zweiten Weltkrieges, Göttingen 1975, S. 217 ff.

²² DB, 30 (1956), S. 1137 ff.

Im August 1944 gab das RZA München "Richtlinien für behelfsmäßigen Wiederaufbau gestörter Fahrleitungen, sowie für Maßnahmen zur Vereinfachung und Sicherung der Fahrleitung"²³ heraus, die auf nicht näher bezeichneten und datierten Richtlinien Ezs 1004 und Ezs 1006 aufbauen. Unter den Maßnahmen zur Sicherung vorhandener Fahrleitungen sind vor allem die Unterteilung größerer Querspannweiten, eine einfache und übersichtliche Anordnung und Führung der Kettenwerke und die Unterteilung der Fahrleitungsanlagen in Schaltgruppen nach den betrieblichen Erfordernissen zu nennen.

Z 10.2.1./1
Z 10.2.1./2
Z 10.2.1./3
Z 10.2.1./4
Z 10.2.1./5
Z 10.2.1./6

Über eine "Fahrleitung ohne Längstragseil" führen diese Richtlinien aus: "Eine wesentliche Vereinfachung der Fahrleitungsanlage ist die tragseillose Fahrleitung für Nebengleise in Bahnhöfen, die mit geringen Geschwindigkeiten befahren werden. Auf Abstellbahnhöfen, Rangierbahnhöfen können alle Gleise mit tragseilloser Fahrleitung bespannt werden, auf den übrigen Bahnhöfen werden die durchgehenden Hauptgleise und deren Weichenverbindungen wie bisher mit Fahrdraht und Tragseil, alle übrigen Gleise mit Fahrdraht ohne Tragseil ausgerüstet. Bei Streckentrennern ist Tragseil vorzusehen."

Der Stahl- oder KPS-Fahrdraht von 100 mm² (s. 8.1.1.) sollte bei einer höchstzulässigen Spannkraft von 13 kN mit einer zulässigen Längsspannweite von 60 m und einem größten Durchhang von 300 mm bei Einzelstützpunkten am Schrägausleger aufgehängt werden, "damit der spätere Einbau des Tragseiles möglich ist." Etwa 500 mm beidseits des Seitenhalters, damit einer Basislänge von 1 m, ist der Fahrdraht mittels Hänger am Isolator aufzuhängen, beim Festpunkt mit zweifeldrigem Festpunktfeld ersetzt ein 10 m langes Beiseil von 50 mm² diese Hänger.

Bei Querseilaufhängung sah man für einfache Verhältnisse ohne Schaltgruppen 2 spannungsführende Quertragseile für die Aufhängung der Beiseile und ein Richtseil für die Seitenhalter vor. Sofern mehrere Schaltgruppen vorgesehen waren, hängte man die Beiseile jeweils über einen Stabisolator an den beiden geerdeten Quertragseilen auf. In beiden Fällen befestigte man das Beiseil jeweils 1 m beidseits des Stützpunkts am Fahrdraht.

Von Fotos ist bekannt, daß Ende November 1942 der Bahnsteigbereich des Hauptbahnhofs Stuttgart eine solche Fahrleitung mit verlängerter Basislänge und direkter Aufhängung des Seitenhalters am Hängeisolator erhielt, weiter die Gleisgruppe vor dem Bw München Hbf nach dem Bombenangriff vom 9./10.03.1943. Vermutlich 1944 erhielt der Bahnhof Attnang-Puchheim eine viergleisige Umspanngrupe mit einer tragseilarmen Fahrleitung an Holzmasten entsprechend den Richtlinien Ezs 1007; bei der Elektrostreckenleitung

F 10.2.1./1
F 10.2.1./2

²³ Richtlinien Ezs 1007 Ausgabe vom August 1944.

Linz sind hierüber keinerlei Unterlagen mehr vorhanden. Nach B. Boehm²⁴ baute man auch im Hauptbahnhof Ulm eine verbesserte Einfach-Fahrleitung ein, "nachdem erwiesen war, daß sich auch bei Geschwindigkeiten über 60 km/h keinerlei Schwierigkeiten ergaben." Die Flm Ulm weiß zu ergänzen, daß man nach den Bombenangriffen vom Dezember 1944 und Februar 1945 die Nebengleise von Ulm Hbf in dieser Weise behelfsmäßig überspannte, während die durchgehenden Hauptgleise eine Fahrleitung mit Tragseil erhielten. Vermutlich baute man während des Zweiten Weltkriegs beim Wiederaufbau gestörter Fahrleitungen noch in anderen Bahnhöfen diese Einfach-Fahrleitung ein; mangels Unterlagen sind hierüber keine Aussagen möglich.

Während man im Bahnsteigbereich von Stuttgart Hbf diese Kriegsbauart Anfang der siebziger Jahre durch die Regelerleitung der DB ersetzte, besteht sie heute noch vor der Rechteckhalle des Bw München Hbf.

10.2.2. Fahrleitung System Boehm

- 1949 Stuttgart-Bad Cannstatt - Waiblingen
- 1949 Stuttgart-Untertürkheim Pbf - Abzw. Kienbach
(- Waiblingen)
- 1950 Bietigheim - Ludwigsburg (Berggleis)
- 1952/53 Bf Oberammergau (Umbau)
- 1956 Verbindungsgleis Stuttgart Nord
- 1958 Bf Darmstadt-Kranichstein
- 1958 Frankfurt (Main) Eilgutbf
- 1959 Frankfurt (Main) Hauptgüterbf
- 1960 Bf Überherrn
- 1960/62 Stuttgart-Untertürkheim Pbf - Stuttgart Hafen
- 1962 Bf Leverkusen-Schlebusch
- 1966 Neunkirchen (Saar) Gbf
- 1966 Hamburg-Wilhelmsburg Rbf
- 1968 Bochum-Langendreer - Dortmund-Lütgendortmund
- 1968 Minden (Westf) - Bundesbahn-Versuchsanstalt Minden
(Westf)
- 1977 Bf Konstanz, Abstellgruppe

Die Verbilligung von Fahrleitungsanlagen durch Vereinfachungen, insbesondere die als tragseilarme Fahrleitung bezeichnete nachgespannte Einfach-Fahrleitung mit Dreiecksaufhängung, stellt das Lebenswerk des langjährigen Dezerenten 25 bei der BD Stuttgart B. Boehm dar, der aufbauend auf der Einfach-Fahrleitung nach den Richtlinien Ezs 1007 des RZA München eine gegenüber der Einheitsfahrleitung in jeder Hinsicht wirtschaftlichere Bauart schaffen wollte. Da B. Boehm seine Ansichten im Schrifttum häufig dargelegt hat, sei bei den nachfolgend genannten Aufsätzen dieses Verfassers auf die Namensnennung verzichtet.

²⁴ EB, 37 (1966), S. 172.

M. Süberkrüb²⁵ weist darauf hin, daß die dreiecksförmige Aufhängung bereits 1907 bekannt war und unterscheidet die Bauart Boehm von den unabhängig davon entstandenen Einfach-Fahrleitungen mit Dreiecksaufhängung und kleiner Bauhöhe (Schwebeaufhängung) bzw. mit Dreiecksaufhängung und großer Bauhöhe (Kölner System); letztgenannte Bauart beschreibt E. Trauschel²⁶. Eine Stellungnahme von B. Boehm mit zugehöriger Erwiderng von E. Trauschel²⁷ läßt die unterschiedlichen Konzeptionen deutlich erkennen.

Im Frühjahr 1949 hatte das Land Württemberg für die mit 1,6 Millionen DM veranschlagten Elektrifizierungskosten der Strecke Bad Cannstatt - Waiblingen einen Kredit von 1,0 Millionen DM gewährt.²⁸ Deshalb entschloß man sich dazu, "beim Bau der Fahrleitungsanlage den Versuch mit einer vereinfachten Bauweise zu machen, in der Hoffnung, sowohl beim Bau als auch in der laufenden Unterhaltung zu sparen."

Die ED Stuttgart hatte im Sommer 1948 zwischen Neckartailfingen und Bempflingen der Strecke Plochingen - Tübingen zwei Nachspannlängen über 2,87 km von der Einheitsfahrleitung 1931 halbwindschief auf die tragseilarme Fahrleitung System Boehm umgebaut. Am 8. und 9.09.1948 führte dort die Versuchsanstalt München mit der Lokomotive E 18 22 bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten Meßfahrten durch.²⁹ Es zeigte sich, daß die Fahrleitung sehr "weich" mit geschwindigkeitsabhängigem Fahrdrahtanhub ist. Insbesondere stellte man bei 75 m Mastabstand und etwa 90 km/h Geschwindigkeit bzw. 58 m Spannweite und 120 km/h Resonanzerscheinungen fest, die man auf den Stromabnehmer SBS 38 mit senkrecht abgefedertem Kohleschleifstück zurückführte. Nach einem weiteren Bericht³⁰ befuhr die E 18 22 am 7.04.1949 erneut diese Strecke, jedoch mit HISE-Stromabnehmern mit Pendelwippe. Gegenüber den ersten Meßfahrten waren die Höhenschwankungen des Stromabnehmers kleiner, auch zeigten sich keine Resonanzerscheinungen mehr. Weiter erwies sich, daß bei Fahrt mit dem hinteren Bügel allein die Amplituden größer sind als bei Fahrt mit 2 Stromabnehmern.

Gemäß Auftrag des RZA München vom 20.09.1948 erstellte die Versuchsanstalt ein 75 m-Versuchsfeld der Fahrleitung mit unterbrochenem Tragseil mit 2 Stützpunkten, um die Länge des Dreieckseiles und die Anzahl und Bauart der Hänger festzulegen, weiter den Windantrieb sowie Veränderungen

²⁵ Technik der Bahnstrom-Leitungen, Berlin, München und Düsseldorf 1971, S. 71 ff.; s. auch AEG, 45 (1955), S. 386 f.

²⁶ EB, 27 (1956), S. 258 ff.

²⁷ EB, 29 (1958), S. 214 f.

²⁸ EB, 21 (1950), S. 27 ff.

²⁹ Bericht E 634/1948 aufgestellt am 14.11.1948.

³⁰ Bericht E 101 G/1949 aufgestellt am 1.07.1949.

der Fahrdrahtlage durch Vereisung zu messen, schließlich Abnützungs- und Ermüdungserscheinungen an der Beiseilklemme für Fahrdraht und Seil beim Stromabnehmerdurchgang abzuklären. Der zugehörige Bericht³¹ schließt: "Die Versuchsfahrleitung kann in ihrer jetzigen Länge, besonders im Hinblick auf die Elastizität, nicht das wirkliche Verhalten eines 1000 bis 1500 m langen Nachspannfeldes im Betrieb darstellen."

Z 10.2.2./1
F 10.2.2./2

Auf der zweigleisigen Strecke Stuttgart-Bad Cannstatt - Waiblingen verwirklichte man nach B. Boehm³² sowohl in der Geraden als auch im Gleisbogen eine windschiefe tragseilarme Fahrleitung; in der Geraden mit einer Längsspannweite von 80 ... 93 m und einer Länge des Beiseils von 34 ... 36 m mit 2 beidseits des Stützpunkts angeordneten Hängern. In der Geraden verwendete man ausschließlich Stützpunkte L mit Schrägausleger und angelenktem Seitenhalter, wodurch der Fahrdraht 46 ... 57 m in Gleismitte lag. W. Banzhaf³³ notiert die Berechnungsgrundlagen dieser Fahrleitung.

Während der Elektrifizierungsarbeiten der vorgenannten Strecke führte die Versuchsanstalt München Untersuchungen über "Windabtriebsmessungen mit unterbrochenem Tragseil im Quertragwerk bei verschiedenen Längen des Querfeldhängers"³⁴ durch. Hierbei geht es um einen Vorschlag der ED Stuttgart, bei Querseilüberspannungen auf das obere Richtseil zu verzichten, ohne daß eine Erhöhung des Windabtriebs zu erwarten ist. Es ergab sich, daß sich je nach Hängerlänge die maximale Entfernung des Fahrdrahts von der Gleismitte um 10 cm auf insgesamt 76 cm vergrößert. Nachdem ein weiterer Bericht³⁵ mit einem Windabtrieb von etwa 56 cm für eine Querfeldhängerlänge von 1 m gegenüber den ersten Messungen wesentlich günstigere Ergebnisse geliefert hatte, sah die ED Stuttgart bei den nächsten Elektrifizierungsvorhaben diese Bauart der Querseilaufhängung vor.

F 10.2.2./3

Noch bevor mit der tragseilarmen Fahrleitung System Boehm zwischen Bad Cannstatt und Waiblingen größere Erfahrungen gesammelt werden konnten, beschloß man, bei der Elektrifizierung Ludwigsburg - Bietigheim das "Berggleis" ebenfalls mit dieser Fahrleitung auszurüsten: "Auf der 9,49 km langen dreigleisigen Strecke Ludwigsburg - Bietigheim mit den beiden Bahnhöfen Asperg und Tamm werden für die Weiterführung des elektrischen Vorortbetriebes im wesentlichen die beiden Ferngleise benötigt. Das 3. Gleis, das im allgemeinen nur die Güterzüge der Bergrichtung aufzunehmen hat,

³¹ Bericht E 73 G/1949 aufgestellt am 24.05.1949.

³² EB, 37 (1966), S. 172 f.

³³ EB, 37 (1966), S. 215 ff., 245 f.

³⁴ Bericht E 178 G/1949 aufgestellt am 11.11.1949.

³⁵ Bericht E 200 G/1949 aufgestellt am 10.12.1949.

soll jedoch gleichfalls mit Fahrleitung überspannt werden, um im Störungsfällen ein Ausweichen zu ermöglichen."³⁶

Die ganze Strecke erhielt eine Querseilaufhängung mit 1 oder 2 geerdeten Richtseilen und Hängestützen. Während man für die beiden Ferngleise eine Kettenfahrleitung mit festem Tragseil und nachgespanntem Fahrdraht - halbwind-schief in der Geraden, windschief im Gleisbogen - vorsah, montierte man über dem mit 65 km/h befahrenen in 10 Promille Steigung liegenden Berggleis eine sowohl in der Geraden als auch im Gleisbogen windschiefe tragseilarme Fahrleitung mit verbesserter Zickzackführung, wobei man sowohl die Nachspannung als auch die Streckentrennung dreifeldrig anordnete.³⁷

Inzwischen hatte man nach K. E. Hahn und F. Hilig³⁸ angesichts der starken Belastung dieser dreigleisigen Strecke beschlossen, den Wechselbetrieb einzurichten, das mittlere Gleis für den elektrischen Vorortverkehr und die beiden äußeren Gleise im Rechtsverkehr vor allem für die Fernzüge vorzusehen. Entsprechend richtete man das Berggleis zunächst für 90 km/h, später für 100 km/h her. Befahren im Schnellzugsdienst bis 1958 Lokomotiven der Baureihen E 17 und E 18 mit 2 angehobenen Stromabnehmern diese Strecke, waren es nach J. Klingensteiner und E. Ebner³⁹ von da an vor allem solche der Reihe E 10 im Einbügelbetrieb.

B. Boehm⁴⁰ beurteilt das dynamische Verhalten der trag- Z 10.2.2./2
seilarmen Fahrleitung Bad Cannstatt - Waiblingen wie Z 10.2.2./3
folgt: "Zusammenfassend kann festgestellt werden: Z 10.2.2./4

- a) bei 64 km/h bestehen auch in den großen Spannweiten keinerlei bedenkliche Erscheinungen oder Schwierigkeiten in der Stromabnahme,
- b) bei 90 km/h ist das dynamische Verhalten ungünstiger als bei 107 km/h,
- c) die Fahrleitung zeigt insgesamt kräftigere Bewegungen als die Normalfahrleitung, bei Geschwindigkeiten bis 107 km/h aber in keinem Fall irgendwelche Schwierigkeiten in der Stromabnahme."

Tatsächlich notiert der zugehörige Meßschrieb bei 107 km/h im 90 m-Feld Spannungsunterbrechungen von 1/5 Halbwellen entsprechend 6 ms. Besonders wird die geringe Abnutzung des Fahrdrahts betont.

Nach einer bahninternen Publikation von A. Mosler⁴¹ konnte Z 10.2.2./5
man auf derselben Strecke bei 100 km/h Spannungsunterbre-

³⁶ EB, 21 (1950), S. 102.

³⁷ EB, 22 (1951), S. 268 ff.

³⁸ ETR, 3 (1954), S. 89 ff.

³⁹ DB, 32 (1958), S. 1099 ff.

⁴⁰ EB, 37 (1966), S. 192.

⁴¹ Die Fahrleitung für elektrisch betriebene Strecken der Deutschen Bundesbahn, München 1953, S. 37, Bild 16b.

chungen bis 14,2 Halbwellen entsprechend 426 ms messen, damit in derselben Größenordnung wie bei der Einheitsfahrleitung 1931 bei 120 km/h. In der für die Öffentlichkeit bestimmten Fassung dieses Aufsatzes⁴² geht der Autor hierauf nicht ein.

Weiter zeigte sich bei den zwischen Stuttgart Hbf und Waiblingen eingesetzten elektrischen Triebzügen eine sehr ungleichmäßige Abnutzung der Schleifleisten zufolge der windschiefen Beiseilverspannung.⁴³

Während B. Boehm⁴⁴ daran dachte, die tragseilarme Fahrleitung für eine wirtschaftlichere Elektrifizierung von Nebenbahnen verwenden zu können, stellen A. Dormann und J. Sailer⁴⁵ fest, daß diese bei Abstellgleisen, Ladegleisen, Anschlußgleisen und über zusammenhängenden Gleisanlagen, bei welchen die Überspannung auf besonderem Mastgestänge möglich ist, Kostenersparnisse bringt. Auch K. Bauermeister⁴⁶ notiert, daß die tragseillose Einfach-Fahrleitung nur unter bestimmten Voraussetzungen zu verwenden ist, wobei er offen läßt, ob er sich auf die tragseillose Fahrleitung im engeren Sinne oder auf die tragseilarme Fahrleitung bezieht. Damit gehen die Aussagen über die Verwendbarkeit der tragseilarmen Fahrleitung in der Literatur bemerkenswert auseinander.

Für die Situation Mitte der sechziger Jahre ist eine in der Fachliteratur unübliche Vorbemerkung der Schriftleitung der Zeitschrift Elektrische Bahnen zu einem längeren Aufsatz von B. Boehm⁴⁷ charakteristisch, worin diese betont, "daß der Verfasser hier seine persönliche Auffassung zum Ausdruck bringt, die nicht in allen Punkten mit der Auffassung sonstiger Fachleute des Fahrleitungsbaus übereinstimmt."

Zwar kann B. Boehm⁴⁸ notieren, daß 1966 etwa 209 km Vollbahngleise mit der tragseilarmen Fahrleitung ausgerüstet waren, und zwar 115 km bei der BD Stuttgart, 30 km bei der BD Saarbrücken, 61 km bei der BD Frankfurt und 3 km bei der BD München, doch handelt es sich außerhalb der BD Stuttgart nur um mit niedrigen Geschwindigkeiten befahrene Gleise, so den von R. Wagner⁴⁹ beschriebenen Systemwechselbahnhof Überherrn im Mittelteil. Darüber hinaus vermerkt M. Heidinger⁵⁰ über den elektrischen Zugbetrieb im Saarland lediglich: "Zum Teil wurde tragseillose Fahrlei-

F 10.2.2./4

⁴² EI, 5 (1954), S. 32 ff.

⁴³ EB, 37 (1966), S. 193.

⁴⁴ GA, 91 (1967), S. 401 ff.

⁴⁵ GA, 88 (1964), S. 63.

⁴⁶ ETR, 16 (1967), S. 212.

⁴⁷ EB, 37 (1966), S. 171.

⁴⁸ EB, 37 (1966), S. 173.

⁴⁹ EB, 31 (1960), S. 110 ff.

⁵⁰ EB, 38 (1967), S. 104.

tung verwendet ...", wobei die tragseilarme Bauart gemeint ist. Die übrigen aufgelisteten Ausrüstungen beruhen auf Angaben der betreffenden Bundesbahndirektionen.

Außerhalb des Netzes der DB elektrifizierten verschiedene Zechenbahnen im Ruhrgebiet ihre Strecken mit diesem System, so nach H. Freidhofer⁵¹ die Rheinstahl-Bergbau AG, Bottrop, ebenso nach W. Stolze und K. J. Maiss⁵² die Hibernia AG.

Die uneinheitliche Bewertung der tragseilarmen Fahrleitung System Boehm läßt sich nur aus den unterschiedlichen Betriebszuständen der einzelnen elektrifizierten Strecken erklären. Deshalb ist es erforderlich, hier etwas weiter auszuholen. Nach der Aufnahme des elektrischen Zugbetriebes zwischen Bad Cannstatt und Waiblingen im Jahre 1949 befuhren nach B. Boehm⁵³ täglich 93 Dampf-, 6 Dieselezüge und 35 Elektrozüge mit höchstens 85 km/h diese Strecke, darüber hinaus schob man nach Unterlagen der BD Stuttgart verschiedene schwere Eil- und Personenzüge zwischen Bad Cannstatt und Waiblingen mit Elektrolokomotiven nach. Nach der Elektrifizierung der Strecke Waiblingen - Schorndorf im Jahre 1962 führte man sämtliche Personenzüge und die meisten Eilzüge zwischen Stuttgart Hbf und Schorndorf elektrisch, lediglich die durchgehenden D- und Eilzüge der Relation Stuttgart - Nürnberg mit Dampf- oder Diesellokomotiven. Die Überspannung der Strecke Waiblingen - Backnang im Jahre 1965 führte dort zu einer entsprechenden Bespannungsregelung. Dadurch vervielfachte sich zwischen Bad Cannstatt und Waiblingen die Anzahl der täglichen Stromabnehmerdurchgänge von 1962 an.

Die tragseilarme Fahrleitung auf dem Berggleis zwischen Bietigheim und Ludwigsburg wurde schon früher wesentlich stärker befahren und damit abgenutzt. Nach der Aufnahme des elektrischen Zugbetriebes im Jahre 1950 befuhren nach B. Boehm⁵⁴ zunächst nur die Vorortstriebwagen diese Strecke elektrisch. Nach einer Elektrifizierungsfestschrift⁵⁵ konnte man nach Aufnahme des elektrischen Zugbetriebes bis Mühlacker im Herbst 1951 mehr als die Hälfte aller Züge zwischen Mühlacker und Stuttgart elektrisch fahren.

Die weitere Entwicklung läßt sich den bis 1971 alljährlich erschienenen Aufsätzen von J. Klingensteiner und E. Ebner über den Zugförderungsdienst der DB entnehmen. Ab Sommerfahrplan 1952 führte man mit Ausnahme des "Orient-Express" alle Schnellzüge von bzw. nach Karlsruhe, sämtli-

⁵¹ EB, 40 (1969), S. 66 ff.

⁵² EB, 41 (1970), S. 15 ff.

⁵³ EB, 37 (1966), S. 192.

⁵⁴ EB, 21 (1950), S. 102.

⁵⁵ Elektrisierung Mühlacker - Bruchsal. Festschrift zur Eröffnung des elektrischen Zugbetriebes am 22. Mai 1954, Karlsruhe und Stuttgart 1954, S. 3.

che Personenzüge und einen Teil der Güterzüge zwischen Mühlacker und Stuttgart bzw. Kornwestheim elektrisch, weitere mit Dampflok geführte schwere Güterzüge Mühlacker - Kornwestheim erhielten Ellokvorspann.⁵⁶ Der Fahrplanwechsel des folgenden Jahres brachte darüber hinaus für einen Teil der Schnellzüge von bzw. nach Heidelberg und weitere Güterzüge das Umspannen auf Ellok, alle übrigen Güterzüge erhielten in Bergrichtung Ellokvorspann.⁵⁷ Das Fahrplanjahr 1954/55 ermöglichte die Weiterführung des elektrischen Zugbetriebes bis Bruchsal, wo man die meisten Schnellzüge, einen Teil der Personenzüge nach Mühlacker und sämtliche Güterzüge auf Ellok umspannte.⁵⁸ Mit der Eröffnung des elektrischen Zugbetriebes von Bruchsal bis Heidelberg im folgenden Jahr fuhren alle Züge dieser Relation zwischen Heidelberg und Stuttgart elektrisch.⁵⁹ Von 1958 an konnte mit der Überspannung der Strecke Karlsruhe - Mühlacker das letzte F-Zugpaar dieser Relation mit Ellok fahren. Die Elektrifizierung Bietigheim - Heilbronn Hbf zum Sommerfahrplan des Jahres 1959 führte zunächst zur elektrischen Zugförderung des Bezirksverkehrs, der Winterfahrplan 1959/60 weist auch für alle Fernzüge der Relation Würzburg - Stuttgart in Heilbronn Hbf die betrieblich erforderlichen Aufenthaltszeiten für das Umspannen auf. Damit fuhren von diesem Zeitpunkt an alle Regelzüge - von Diesel-Schnelltriebwagen abgesehen - zwischen Bietigheim und Stuttgart elektrisch.

Ansich haben diese Details aus dem Betriebsmaschinendienst nichts mit Fahrleitungsanlagen zu tun, doch wird durch diese Angaben die unterschiedliche Bewertung der tragseilarmen Fahrleitung System Boehm verständlich. Solange die genannten Strecken täglich nur von einer begrenzten Anzahl elektrischer Vororttriebwagen mit relativ geringer Höchstgeschwindigkeit befahren wurden, hielt sich der Fahrdrahtverschleiß in Grenzen. Der zunehmende Verkehr elektrisch geführter schnellfahrender Reisezüge - ab 1958 dazu im Einbügelbetrieb - beschleunigte die Abnutzung.

Der Anlaß zur Normalisierung der Fahrleitungen der BD Stuttgart war eine Fahrleitungsstörung. Nach Mitteilung der BD Stuttgart kam es um 1963 bei Bempflingen zu einem Kurzschluß, der vom Leistungsschalter des Unterwerks Plochingen nicht abgeschaltet wurde, wodurch längere Zeit eine Stromstärke von etwa 1500 A durch die Fahrleitung floß. Als Folge glühte sowohl der Fahrdraht der zwischen Neckartailfingen und Bempflingen versuchsweise eingebauten tragseilarmen Fahrleitung als auch das aus 50 mm² Stahltragseil und auf etwa 80 mm² abgefahrenen Kupferfahrdrabt bestehende Kettenwerk des einen Gleises zwischen Wendlingen und Bempflingen aus; bei allen Hebelspannern hingen

⁵⁶ DB, 26 (1952), S. 360.

⁵⁷ DB, 27 (1953), S. 717 f.

⁵⁸ DB, 28 (1954), S. 792 ff.

⁵⁹ DB, 29 (1955), S. 672 f.

die Gewichte herunter. Dagegen zeigte das bereits erneuerte Kettenwerk Plochingen - Wendlingen mit 50 mm² Bronze-Tragseil und 100 mm² Kupferfahrdrabt keinerlei Schäden. B. Boehm stimmte zu, bei der Schadensbehebung zwischen Wendlingen und Bempflingen die Fahrleitung zu normalisieren.

Dies gab den Anlaß, die vor allem an der Beiseilklemme für Fahrdrabt und Seil extrem abgenutzte Fahrleitung im Berggleis zwischen Bietigheim und Ludwigsburg zu erneuern, um die Betriebssicherheit zu gewährleisten. Hierfür wählte man mit festem Tragseil und nachgespanntem Fahrdrabt unter Beibehaltung der Stützpunkte dieselbe Bauart wie auf den beiden anderen Streckengleisen. Diesem Anfang 1964 abgeschlossenen Bauvorhaben folgte der Neubau der in ähnlich desolatem Zustand befindlichen Fahrleitung Bad Cannstatt - Waiblingen auf die Regeloberleitung für 100 km/h (s. 11.3.3.) bis 1965, da nahezu alle Masten neu gegründet werden mußten. Damit war die tragseilarme Fahrleitung System Boehm von allen Streckengleisen der BD Stuttgart verschwunden. Da B. Boehm am 1.10.1964 in Ruhestand ging, mußte er diese Um- bzw. Neubauten noch selbst planen und teilweise durchführen.

Im Zusammenhang mit dem Ausbau der S-Bahn Stuttgart brachte der von J. Wedler⁶⁰ beschriebene viergleisige Ausbau der Strecken Bietigheim - Ludwigsburg und Bad Cannstatt - Waiblingen im Jahre 1981 einheitlich die Regeloberleitung für 160 km/h (s. 11.3.1.), womit die letztgenannte Strecke in etwa 30 Jahren dreimal eine neue Fahrleitung erhielt.

Damit ist die Aussage von B. Boehm⁶¹ "Die tragseillosen Fahrleitungen auf den Strecken Stuttgart-Bad Cannstatt - Waiblingen und Ludwigsburg - Mühlacker haben sich ebenfalls bewährt und zu keinen baubedingten Störungen Anlaß gegeben." - zwischen Bietigheim und Mühlacker war die genannte Bauart nur in Nebengleisen vorhanden - unter den besonderen betrieblichen Bedingungen gewisser elektrifizierter Strecken im Großraum Stuttgart Anfang der fünfziger Jahre zu sehen. Die Einführung des vollen elektrischen Zugbetriebes auf den genannten Strecken Mitte der fünfziger bis Mitte der sechziger Jahre ließ die Schwachstellen der tragseilarmen Fahrleitung System Boehm offenkundig werden. Anlässlich des 50jährigen elektrischen Zugbetriebes im Direktionsbezirk Stuttgart stellt D. Walz⁶² fest: "Heute haben die genannten Oberleitungssonderkonstruktionen der Einheitsfahrleitung 1950 auf sämtlichen Haupt- und Nebenabfuhrstrecken Platz gemacht. Vorherrschend ist die "Regelfahrleitung 160", die bis 160 km/h statisch und dynamisch allen Anforderungen genügt."

⁶⁰ DB, 57 (1981), S. 681 ff.

⁶¹ DB, 30 (1956), S. 1142.

⁶² DB, 59 (1983), S. 382.

Letztmals baute man bei der DB im Jahre 1968 auf dem nur von Güterzügen befahrenen Streckenabschnitt Bochum-Langendreer - Dortmund-Lütgendortmund eine Einfach-Fahrleitung auf freier Strecke ein; nach Mitteilung der BD Essen handelte es sich hier um eine tragseilarme Fahrleitung mit 2 m Beiseil. Das BZA München teilt hierzu mit, daß man hier nochmals die tragseilarme Fahrleitung einbaute, um den Verschleiß zu messen. Auch hier verschwand die Einfach-Fahrleitung im Zusammenhang mit dem S-Bahn-Ausbau.

Von Ausnahmen abgesehen, verwendet die DB seit 1966 auch für die Überspannung von Nebengleisen keine Einfach-Fahrleitungen mehr - im Zeichnungswerk des BZA München waren diese niemals enthalten -, da sich gezeigt hat, daß entscheidende Kosteneinsparungen weniger beim Längskettenwerk, dagegen bei den Stützpunkten möglich sind (s. 11.7.). Eindrucksvoll zeigt dies ein 1961/62 im Rangierbahnhof Ulm mit tragseilarmen Fahrleitung überspanntes einzelnes Gleis, wo man als Stützpunkte eine Querseilaufhängung von etwa 40 m Querspannweite oder Profilausleger von etwa 12 m Länge verwendete.

F 10.2.2./5

F 10.2.2./6