

MIBA
DIE EISENBAHN IM MODELL

**MODELLBAHN
PRAXIS**

Sebastian Koch

FAHRLEITUNGEN IM MODELL

Grundlagen, Materialien, Ausstattungen, Baupraxis



Deutschland € 10,-
Österreich € 11,50 · Schweiz sFr. 19,80
Be/Lux € 11,60 · Niederlande € 12,75
Italien, Frankreich, Spanien,
Portugal (cont), Finnland € 12,50

MIBA-Modellbahn-Praxis 2/2017
Best.-Nr. 15087454
ISBN 978-3-89610-656-8



Die Spezialisten



Traumanlage hin, Wunschgleisplan her – die Platzverhältnisse in den eigenen vier Wänden erfordern einen gewissen Planungs-Pragmatismus. Im neuen Spezial zeigen die MIBA-Autoren, wie vorbildgerechte Anlagenentwürfe auch unter dem Diktat des Raumes entstehen können. Ivo Cordes, Reinhold Barkhoff und Heinz Lomnicki stellen in anschaulichen 3D-Illustrationen zimmerkompatible Anlagenideen vor. Ingrid und Manfred Peter widmen sich der Bockerlbahn von Eggmühl nach Langquaid und der heutigen Museumsstrecke Ebermannstadt–Behringersmühle – jeweils in verschiedenen Varianten, sodass sie in unterschiedlichste Räumlichkeiten passen. Weitere Vorschläge haben den Bahnhof Asendorf, die Strecken im Trusetal, die Linie Murnau–Oberammergau und viele andere zum Thema. Außerdem stellt ein Grundlagenbeitrag die Möglichkeiten der Planungssoftware Wintrack vor, mit deren Hilfe die berühmte MIBA-Anlage „Vogelsberger Westbahn“ zum ersten Mal als 3D-Entwurf entsteht. Diese prallvolle Spezial-Ausgabe der MIBA-Redaktion wird Ihre Planungsphantasie beflügeln!

104 Seiten im DIN-A4-Format, mit Ausklapper, Klebebindung, über 200 Abbildungen

Best.-Nr. 120 11417 | € 12,-

Weitere noch lieferbare Titel aus der Reihe MIBA-Spezial:



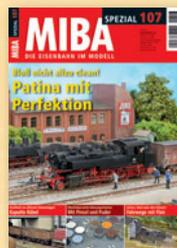
MIBA-Spezial 104
**Anschlussgleise
Gleisanschlüsse**
Best.-Nr. 120 10415



MIBA-Spezial 105
**Details am Gleis
... und anderswo**
Best.-Nr. 120 10515



MIBA-Spezial 106
**Planung mit
Ahnung**
Best.-Nr. 120 10615



MIBA-Spezial 107
**Patina mit
Perfektion**
Best.-Nr. 120 10716



MIBA-Spezial 108
**Schnittstelle Schiene
– Straße**
Best.-Nr. 120 10816



MIBA-Spezial 109
**Arkaden, Viadukte
und Portale**
Best.-Nr. 120 10916



MIBA-Spezial 110
**Kleine Welt –
meisterlich geplant**
Best.-Nr. 120 11016



MIBA-Spezial 111
Gelungene Gleise
Best.-Nr. 120 11117

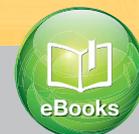


MIBA-Spezial 112
Modellbahn mobil
Best.-Nr. 120 11217



MIBA-Spezial 113
Animierte Anlagen
Best.-Nr. 120 11317

Jeder Band mit 108 Seiten im DIN-A4-Format und über 180 Abbildungen, je € 12,-



Jetzt als eBook verfügbar!



MIBA-Spezial 78
Best.-Nr.
12087808-e



MIBA-Spezial 91
Best.-Nr.
12089112-e

Je eBook € 8,99

Alle lieferbaren und auch längst vergriffenen Bände dieser Reihe gibt es als eBook unter www.vgbahn.de/ebook und als digitale Ausgaben im VGB-BAHN-Kiosk des AppStore und bei Google play für Android.



www.facebook.com/vgbahn

Erhältlich im Fach- und Zeitschriftenhandel oder direkt beim MIBA-Bestellservice, Am Fohlenhof 9a, 82256 Fürstenfeldbruck, Tel. 081 41/534 81 0, Fax 081 41/534 81-100, E-Mail bestellung@miba.de, www.miba.de



Alle reden heutzutage von E-Mobilität zur Bewältigung der künftigen Verkehrsprobleme. Dass die Eisenbahn und öffentliche Nahverkehrssysteme schon seit der Epoche II auf E-Mobilität setzen, wird dabei nicht erwähnt. Basis dieser elektrisch angetriebenen Fortbewegung oder des Transportes von Gütern sind Fahrleitungen, die am Fahrweg montiert sind und die Antriebe der Fahrzeuge mit Energie versorgen.

Das Thema Fahrleitungen ist beim Vorbild ein sehr komplexes, welches eng mit der Gleislage verbunden ist. Um sicherstellen zu können, dass der Stromabnehmer immer eine einwandfreie Kontaktmöglichkeit mit dem Fahrdrabt erfährt, muss dieser gespannt und nach konkreten Vorgaben am Gleis verbaut sein. Hinzu kommen unterschiedliche Vorschriften und Bauweisen bei anderen Bahnverwaltungen. Aus diesem Grund ist die Fahrleitungskunde ein Thema, welches bei der großen Eisenbahn nur wenige Spezialisten richtig beherrschen.

Gut, dass wir auf der Modellbahn keine Stürme beim Bau berücksichtigen müssen oder Eis und Schnee das Gewicht einer Fahrleitung deutlich erhöhen können. Wir müssen nur den vorbildgerechten Eindruck einer Fahrleitung umsetzen und – wenn gewünscht – diese auch zur Stromversorgung der Modellzüge heranziehen. Da im digitalen Modellbahnzeitalter dies aber die wenigsten noch machen dürften, gehe ich hierauf nicht ein.

Die Grundlagen der Gestaltung von Fahrleitungen sind anhand von Grafiken und Zeichnungen dargestellt. Alle Vorbildsituationen können aber hier nicht behandelt werden. Es sei daher ergänzend auf den MIBA-Report „Fahrleitungen“ verwiesen.

Porträtiert wird der Einsatz handelsüblicher Produkte einschließlich der Um- und Eigenbau-Optionen. Möglichkeiten, wie die Fahrleitung am Gleis montiert und gestaltet wird, gibt es viele. Hier können Sie, lieber Modellbauer, dann selbst entscheiden, was am zweckmäßigsten ist. Bei der Vermittlung der erforderlichen Kenntnisse will diese Broschüre versuchen zu helfen. Den Modellbau müssen Sie selbst übernehmen, hierzu wünsche ich Ihnen viel Erfolg und Freude.

*Sebastian Koch
Phöben, im Oktober 2017*

Strippenzieher

Zur Energieversorgung elektrischer Bahnen gehören zusätzlich Kraftwerke, Hochspannungsleitungen und Unterwerke, die den Strom ans Gleis bringen. Für die Nachbildung im Modell werden wohl hauptsächlich nur Fahrleitungen in Frage kommen. Unterwerke in Gleisnähe könnte man auch nachbauen, aber Hochspannungsleitungen und Kraftwerke wohl eher nicht. Deshalb liegt der Schwerpunkt dieser Broschüre auf den Fahrleitungen am Gleis.

Im Sprachgebrauch der Eisenbahner bezeichnen Fahrleitungen die spannungsführenden Leitungen am Gleis mit all ihren Ausstattungen. Hier unterscheidet man in Oberleitungen, die über dem Fahrzeug angeordnet sind, und Stromschienen, die auf den Schwellen montiert und vorrangig bei U- und S-Bahnen zu finden sind. Hinzugekommen sind in den letzten Jahren Deckenstromschienen, die aus Aluminiumprofilen bestehen und als Ersatz der Oberleitung dienen.

Bei der Deutschen Reichsbahn in der DDR oder in der Schweiz bezeichnet man Oberleitungen ebenfalls als Fahrleitungen. Ich halte mich hier an die zuerst genannte Einteilung.



Der Autor dieser Broschüre, Sebastian Koch, ist Jahrgang 1977 und seit seinem sechsten Lebensjahr Modelleisenbahner. Er studierte Verkehrswesen an der TU in Berlin und war danach dort einige Jahre Dozent in der Ausbildung von Eisenbahningenieuren. In dieser Broschüre beschäftigt er sich auch mit dem Thema Fahrleitungsanlagen der Bahn. Gegenwärtig arbeitet Sebastian Koch als Vertriebsleiter bei einer Privatbahn im Schienengüterverkehr. Er ist seit 1996 regelmäßiger MIBA-Autor und den Lesern durch zahlreiche Beiträge und Broschüren bekannt.

Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter <http://dnb.dbb.de> abrufbar.
ISBN 978-3-89610-656-8

©2018 by VGB Verlagsgruppe Bahn GmbH
MIBA-Verlag, Fürstfeldbruck

Alle Rechte vorbehalten

Nachdruck, Reproduktion und Vervielfältigung – auch auszugsweise und mithilfe elektronischer Datenträger – nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Verlages.

Der Einsatz der in dieser Publikation beschriebenen Werkzeuge und Materialien erfolgte nach bestem Wissen und Gewissen. Die geschilderten Vorgehensweisen und alle Ratschläge sind praxiserprobt. Dennoch ist eine Haftung der Autoren und des Verlages und seiner Beauftragten für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ausgeschlossen.

Texte und Fotos: Sebastian Koch

Redaktion: Gideon Grimm, Martin Knaden, Lutz Kuhl, Gerhard Peter, Franz Rittig

Repro: Fabian Ziegler

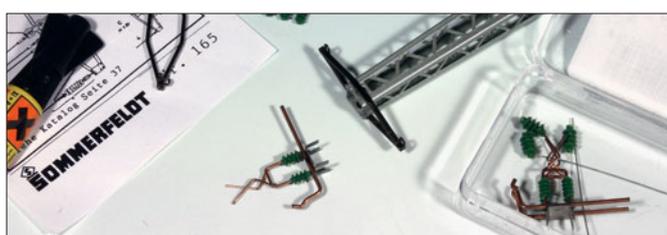
Gesamtherstellung: Vogel Druck- und Medienservice GmbH, Höchberg



12 Ab Seite 12 werden die handelsüblichen Oberleitungssysteme vorgestellt und deren Aufbau gezeigt.



32 Um eine Fahrleitung vorbildgerecht nachzubauen, sind die Grundlagen der Bespannung ab Seite 32 wichtig.



58 Eine Fahrleitung wirkt realistischer, wenn die bahntechnischen Details und Ausstattungen nachgebildet werden.



70 Den Fahrleitungen der beliebten Schmalspurbahnen in der Schweiz widmen wir ab Seite 70 ein ganzes Kapitel.

Strippenzieher	3
Nicht den Bogen überspannen ...	
Ein wenig Geometrie zum Anfang	6
Fahrdrähtlage und Bauformen beim Vorbild	
Fahrleitungssysteme im Modell	12
Eigenschaften und Verwendung von handelsüblichen Bauteilen	
Fahrleitungsmasten anpassen	24
Nicht immer nur Standard – individuelle Anpassungen an Fahrleitungsmasten	
Löten von Fahrdrähten	28
Individuelle Oberleitungen durch Eigenbau im Modell	
Fahrleitungen der freien Strecke	32
Die geometrischen Grundlagen	
Quertragwerke	38
Überspannung von mehreren Gleisen	
Einfachfahrleitung	48
Normal bei Straßen-, Lokal- oder Anschlussbahnen	
Den Bogen überspannen ...	52
Fahrdrähte über Weichen und Kreuzungen	
Details an Fahrleitungen	58
Bahnbetriebliche Ausrüstungen an Oberleitungsanlagen	
Bahnhofsschaltungen	64
Trennung einzelner Gleise von der Oberleitung	
Verkürzte Schutzstrecke der DR	68
Elektrische Trennung von Einspeiseabschnitten der Fahrleitung	
Querjoche und Schaltposten	70
Fahrleitungsanlagen nach Vorbildern der Rhätischen Bahn	
Stromschienen	76
Fahrleitungen von Stadtbahnen	

Fahrdrahtlage und Bauformen beim Vorbild

Ein wenig Geometrie zum Anfang

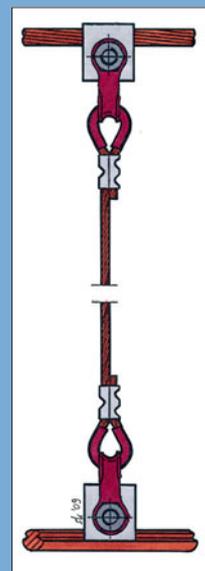
Oberleitungsanlagen wurden über Jahrzehnte weiter entwickelt und den höheren Belastungen im Bahnbetrieb angepasst. Die Höhe und Lage von Fahrdrähten über den Gleisen beruht auf Vorgaben, die hier im Folgenden kurz beschrieben werden.

Der Fahrdraht muss in seiner Lage und in gleichbleibender Höhe dem Gleis folgen, damit eine einwandfreie Verbindung zu den Schleifleisten der Stromabnehmer sichergestellt ist. Die Stromabnehmer ihrerseits werden durch Federn an den Fahrdraht gedrückt, der wiederum ausreichend straff gespannt sein muss, um eine sichere Kontaktaufnahme zu ermöglichen. Die Lage des Fahrdrahtes wird zudem durch Temperaturschwankungen beeinflusst; bei höheren Temperaturen kann sich Metall bekanntlich beträchtlich ausdehnen. Aus diesem Grund wird der Fahrdraht nachgespannt, um Längenänderungen auszugleichen. Auch starker Seitenwind wür-

de die Lage des Fahrdrahts verändern, wäre keine Nachspannung vorhanden. Der Durchhang durch das Eigengewicht oder zusätzliche Eislasten im Winter gleicht man ebenfalls durch die Nachspannung aus. Die Konstruktion und Nachspannung einer Fahrleitung hängt immer von der befahrenen Geschwindigkeit ab. Je höher die Geschwindigkeiten, desto höher muss die Nachspannung sein und umso kürzer sind die Spannweiten zwischen den Masten. Kamen in der Anfangszeit des elektrischen Zugbetriebes und bei Lokal- und Straßenbahnen Einfachfahrleitungen zum Einsatz, die nur aus den Fahrdrähten bestanden, so setzt man heute auf sogenannte Kettenwerke, die

Die Vielfalt bei elektrischen Triebfahrzeugen ist groß, sodass im Modell viele Baureihen eingesetzt werden können. Daher lohnt sich auch die Nachbildung einer Fahrleitung – vorbildgerecht kann sie zu einem echten Blickfang werden ...

In der Abbildung ist eine Oberleitungs-konstruktion mit Fahrdraht aus Regelprofil, einem Hänger aus Stahlseil und dem Tragseil zu sehen. Der Hänger ist mit geschraubten Klammern an Fahrdraht und Tragseil befestigt. Am Fahrdraht ist zur Aufnahme eine Befestigungskerbe vorhanden. Der Hänger besitzt an den Enden Schlaufen zur Aufhängung.

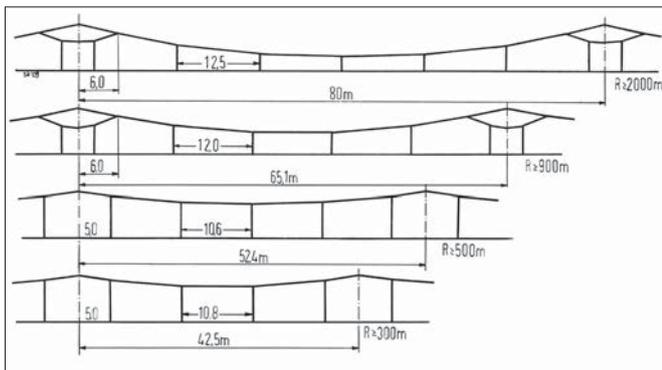
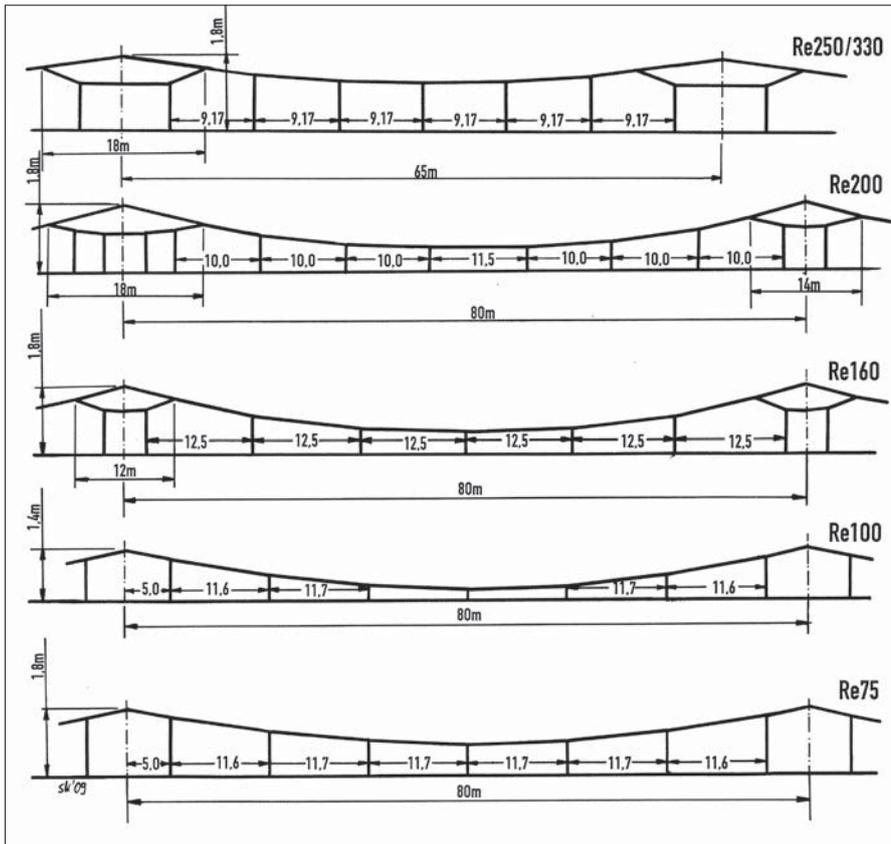


aus Fahrdraht, Tragseil und Hänger bestehen.

Zick-Zack

Beim Vorbild werden Fahrdrähte in einem Zick-Zack über dem Gleis geführt. Durch die Verschiebung des Fahrdrahtes in Bezug auf die Gleisachse wird sichergestellt, dass die Schleifleisten der Stromabnehmer gleichmäßig bestrichen und der Verschleiß über eine größere Fläche verteilt wird. Auch kön-





In Bögen reduzieren sich die Längsspannweiten, da sonst die maximale Seitenverschiebung nicht mehr eingehalten werden kann. In der Zeichnung oben sind die Abstände zwischen den beiden Stützpunkten in Bezug auf Radien dargestellt.

Länge vom Gleisradius abhängig, der Fahrdrabt darf hierbei die maximale Seitenverschiebung nicht überschreiten. Die Lage des Fahrdrabts entspricht dabei im Prinzip einem Polygon, das von den Sehnen zwischen der maximalen Seitenverschiebung von der einen zur anderen Seite an den aufeinander folgenden Stützpunkten gebildet wird.

Ausleger und Seitenhalter

Ausleger und Stützrohre sind schwenkbar mit den Masten verbunden, sodass mit ihnen die Längenausdehnung beim Abspannen der Fahrdrähte und Trag-

seile ausgeglichen werden kann. Die Länge der Ausleger richtet sich nach den Mastabständen vom Gleis. Im Signaltbereich stehen die Masten meist etwas weiter vom Gleis entfernt, um die freie Sicht auf die Signale nicht zu behindern.

Bei der Einheitsfahrleitung von 1928 waren die Fahrdrähte zunächst noch direkt an den Stützrohren befestigt. Ab 1939 und bei der Einheitsfahrleitung von 1950 kamen die Seitenhalter zum Einsatz, um die erforderliche Seitenverschiebung zu erreichen. Mit dieser Bauweise konnte zudem die nachträgliche Korrektur der Fahrdrablage

In der Abbildung links sind die heute gängigen Regelfahrdrähte und deren Abmessungen dargestellt. Die Maße gelten für Fahrleitungen in der Geraden oder bei Radien über 2000 m. Bis zu Geschwindigkeiten von 200 km/h beträgt die Längsspannweite 80 m. Hier sind nur die Hängerabstände unterschiedlich, zudem werden die Aufhängungen am Stützpunkt mit Y-Beiseilen komplexer, sodass die Elastizität vergrößert wird. Bei den Schnellfahrleitungen Re 250/330 wird außerdem der Stützpunktabstand auf 65 m verringert.



Mit steigenden Geschwindigkeiten werden die Konstruktionen der Ausleger aufwendiger. Oben ein Ausleger der Bauart 1928 der DRG ohne Seitenhalter für eher geringe Geschwindigkeiten. Darunter ein Ausleger für die Re 160 mit Seitenhalter. Ganz unten ein Ausleger für die Re 250/330 mit zusätzlicher Aussteifung.

leichter vollzogen werden. Bei den Auslegern der Schnellfahrüberleitungen Re 250 und 330 sind zusätzliche Aussteifungen und Windsicherungen verbaut, um eine möglichst hohe Elastizität zu erreichen und die exakte Fahrdrablage auch bei den hohen Geschwindigkeiten gewährleisten zu können.

Genormte Fahrleitungen

Die DRG normte bereits früh ihre Fahrdrabtkonstruktionen. Die erste Einheitsfahrleitung war die Bauart 1928. Die Bundesbahn führte 1950 eine weitere Einheitsfahrleitung ein. Später

bezeichnete man die Einheitskonstruktionen nach der zugelassenen Geschwindigkeit. Ihnen wird ein Re für „Regelfahrleitung“ vorangestellt. Diese Regelquerschnitte unterscheiden sich in den Abständen der Stützpunkte, bei den Aufhängungen und den Nachspannstärken.

Bei den Bauarten 1928 und 1950 sowie den Re 75, 100, 160 und 200 beträgt die maximale Seitenverschiebung 400 mm, bei den Bauformen Re 250 und 330 sind es nur 300 mm. Geringere Seitenverschiebungen sind auch bei vielen ausländischen Bahnen wie etwa in der Schweiz zu finden – und somit auch schmalere Wippen an den Stromabnehmern.

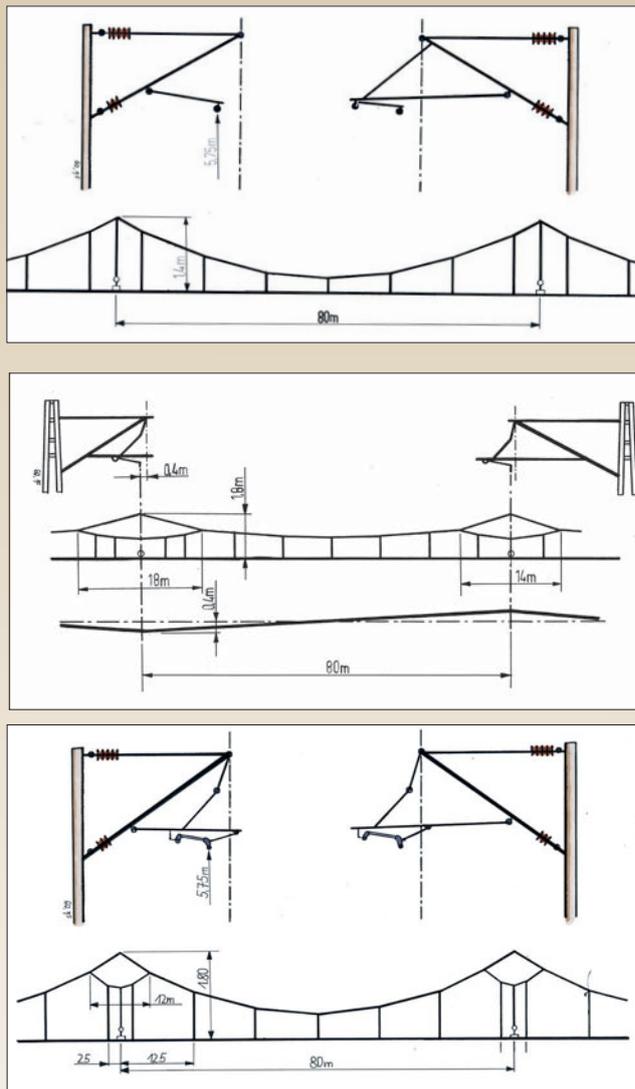
Die Mastabstände sind ebenfalls entsprechend kürzer. Je höher die gefahrenen Geschwindigkeiten sind, desto kürzer sind in der Regel die Längsspannweiten; auch die Aufhängungen sind dabei weniger elastisch, wobei durch Beiseile zusätzliche Abstützungen erforderlich werden.

Abspannungen

Um den Fahrdrabt in der richtigen Höhe zu halten und eine ausreichende Stabilität gegen äußere Einflüsse zu erhalten, werden die Fahrdrähte und – je nach Bauform – auch die Tragseile nachgespannt. Die einzelnen Fahrdrähte oder Kettenwerke werden dazu in sogenannte Nachspannabschnitte unterteilt, an deren Ende sich Nachspannvorrichtungen befinden. Kettenwerke und Fahrdrähte sind in der Mitte eines solchen Nachspannabschnittes am sogenannten Festpunkt fixiert und werden von dort aus zu beiden Seiten nachgespannt. Die Länge des Nachspannabschnittes ergibt sich aus dem Abstand zwischen den beiden Spannwerken.

Der Übergang bei zwei Nachspannabschnitten erfolgt mit einem sogenannten Überlappungsbereich. Hier werden zwei Kettenwerke parallel geführt; bei älteren Konstruktionen ist dazu ein Mast mit Doppelausleger erforderlich, modernere Bauformen haben mehrfeldrige Überlappungen. Dabei handelt es sich um über mehrere Stützpunkte mit Doppelauslegern parallel geführte Kettenwerke. In der Regel handelt es sich um dreifeldrige Überlappungen, bei denen zwischen den Abspanneinrichtungen zwei Masten mit Doppelauslegern montiert sind. Die Nachspannlänge bemisst sich durch

Fahrleitungs-Regelquerschnitte



Die Abbildungen zeigen die Regelquerschnitte von Kettenwerken und die Anordnungen der Ausleger. Die linken Masten in den Abbildungen besitzen kurze Ausleger-Stützrohre (Stützpunkt K), die rechten einen Stützpunkt L mit langen Stützrohren. Die Fahrdrähte besitzen jeweils Längsspannweiten von 80 m. Die Zeichnung ganz oben zeigt die Regelfahrleitung von 1950 für 100 km/h Maximalgeschwindigkeit; sie besitzt keine Y-Beiseile, ein Seitenhalter ist nur am Stützpunkt L vorhanden. In der Mitte die Fahrleitung der Bauart Re 200, unten die Bauart Re 250, jeweils mit Beiseilen und Seitenhaltern.



Links: Bei dieser Fahrleitung im Bogen ist sehr gut zu sehen, dass der Fahrdrabt immer zur bogenäußeren Seite angelenkt wird. Stehen die Masten innen im Bogen, kommen lange Ausleger zum Einsatz (Stützpunkt L), außen dagegen kurze Ausleger oder Seitenabzüge (Stützpunkt K).

Rechts eine Fahrleitung der Bauart Re 250. An der dreifeldrigen Überlappung sind die Doppelausleger mit den Beiseilen zu erkennen.





Radspanwerke können auch im Modell nachgebildet werden, hier das H0-Modell von Viessmann. Fahrdrabt und Trageil sind separat nachgespannt. Zur Nachbildung einer vorbildgerechten Überlappung an den Nachspannungen müssen Masten mit Doppelausleger aufgestellt werden. Sie stammen hier ebenfalls von Viessmann.

die maximale Länge vom Festpunkt zur Nachspanneinrichtung, also der halben Nachspannlänge.

Um die Nachspannungen im Fahrdrabt realisieren zu können, sind die

Auslegerrohre beweglich montiert, damit sie den Bewegungen des Fahrdrabtes folgen können. Da zuviel Bewegung an den Auslegern die Fahrdrabtlage beeinflusst und zuviel mechanische

Spannung aus der Fahrleitung nimmt, muss sich jedoch die maximale Bewegung der Ausleger in Grenzen halten. Daher wird die halbe Nachspannlänge der heute üblichen Fahrleitung Re 200 auf 750 m zwischen Spannwerk und Festpunkt begrenzt. Bei einer Längsspannweite zwischen zwei Stützpunkten von 80 m in der Geraden kommt man also auf elf Felder mit Kettenwerken.

An der Überlappung der beiden Kettenwerke kann es beim Bestreichen des Stromabnehmers zu einem Lichtbogen kommen. Da dieser die Fahrleitung zerstören kann, muss dies vermieden werden. Aus diesem Grund muss eine Überlappung immer mit einer Mindestgeschwindigkeit befahren werden.

Diese ist beim Anfahren von Lokomotiven zu beachten. Signale müssen daher bei Fahrleitungen, die mit weniger als 200 km/h befahren werden 100 m von der Überlappung entfernt aufgestellt werden. Zwischen einem Signal und dem Weichenanfang der zuerst folgenden Weiche müssen sogar 205 m liegen.

Spannwerke

Spannwerke sind an zweigleisigen Strecken immer an gegenüberliegenden Masten angeordnet. Bei Spannwerken gibt es ebenfalls verschiedene Bauarten. Prinzipiell wird die Fahrleitung über ein Gewicht gespannt; dies erfolgt über Hebel oder Umlenkrollen. In Deutschland kommen heute bei Hauptbahnen nur noch Radspanwerke zum Einsatz. Hier ist ein Spannrad mit zwei

Überlappung und Nachspanneinrichtungen aus der Vogelperspektive. Deutlich ist zu erkennen, wie die Oberleitung zur Abspannung seitlich neben das Gleis geführt wird. Die Überlappung erfolgt an den Doppelauslegern mit parallel geführten Fahrdrähten.

