

DR-M Fahrleitung

Vorwort	4
Änderungsverlauf	5
Glossar	8
1. Regelbauarten	9
1.1. 2-Feldrige Nachspannung	15
1.2. 3-Feldrige Streckentrennung	16
1.3. 4-Feldrige Streckentrennung	18
1.4. Längsspannweiten.....	19
1.5. Kettenwerk und Festpunkte.....	21
1.6. Weichenverbindungen.....	22
2. Wichtige Zusatzobjekte	24
2.1. Mastvarianten	24
2.2. Radspanner und Festpunkte	29
2.2.1. Radspanner eindrehen	30
2.2.2. Beispielbilder.....	30
2.3. Bahnstrom	31
2.3.1. Speiseleitung	31
2.3.2. Trennschalter	36
2.3.3. Isolatoren	39
3. Quertragwerke.....	40
3.1. Allgemeiner Aufbau	40
3.2. Leitfaden für das Erstellen von Quertragwerken.....	43
3.3. Streckentrennungen in Quertragwerken.....	47
3.4. Sonderformen bei Quertragwerken	48
3.4.1. Quertragwerk mit abgesetzten Richtseilen.....	48

3.4.2. Besondere Stützpunkte.....	49
4. Ausleger über 2 und mehr Gleise	51
4.1. Basisvariante mit Spline	51
4.2. Bausatzvariante.....	52
5. Schutzstrecken.....	53
5.1. Regelausführung	54
5.2. Verkürzte Schutzstrecke (VSS)	55
5.3. Streckentrenner	55
6. Sonstige Bestandteile und Einbauhinweise.....	56
6.1. Einbau von Masten in Quertragwerken	56
6.2. Einfachfahrleitung Re1	57
6.2.1. Allgemein	57
6.2.2. Einzelausleger	58
6.2.3. Quertragwerke	59
6.2.4. Ausleger über 2 Gleise	59
6.3. Bogenabzüge	60
6.4. Sichtkeil.....	61
6.5. Stützpunkte unter Bauwerken	63
6.6. Ausleger im Bogen	63
6.7. Doppelausleger am Mast.....	63
6.8. Weitere Anmerkungen und Einbauhinweise.....	64
Danksagung	65
Quellenangabe	65
Rechtliches	65



Vorwort

Die DR-M Fahrleitung war nach dem zweiten Weltkrieg die Regelfahrleitung der Reichsbahn. Ich habe dieses System nachgebildet, da es bisher keine Umsetzung für den Train Simulator gab. Die erste Version ist innerhalb von zwei Monaten entstanden und wurde anhand der häufig notwendigen Objekte erweitert. Mit der Version 1.4 sind zahlreiche neue Ausleger, Stützpunkte und sonstige Objekte im Paket mit aufgenommen worden. Weiterhin wird das Paket nun durch Moritz vom RLB-Team betreut.

Dieses Handbuch wendet sich an die Streckenbauer im Train Simulator und erklärt die korrekte Verwendung der vorhandenen Bauteile. Ein Grundverständnis für Oberleitungsanlagen wird vorausgesetzt. Neben den Abkürzungen der Bauteile werden historische Eckdaten erläutert und Hinweise für die Anwendung gegeben. Trotz der ausführlichen Erklärungen werden sicherlich nicht alle Fragen beantwortet. Es bedarf somit auch eigenem Aufwand bei der Recherche und Einarbeitung in die Thematik. Bei weitergehenden Fragen kann gerne das Forum genutzt werden.

Bei der Einarbeitung in das System empfiehlt es sich zunächst auf der freien Strecke zu beginnen, um sich nach und nach an schwierigere Aspekte wie den Bau von Quertragwerken oder Ausleger über zwei Gleise zu wagen.

Ich habe versucht so gut es geht Prinzipien der Fahrleitungsanlagen darzustellen, falls aber dennoch einige Dinge unklar sein sollten, kann man mich per Direktnachricht im Rail-Sim Forum erreichen. Ich werde allerdings auf keine Fragen, welche hier klar beschrieben werden, eingehen! Das Paket umfasst nicht alle Sonderfälle und einige Details wurden bewusst weggelassen oder vereinfacht dargestellt. Ich bitte hierbei um Verständnis, da Oberleitungen ein sehr komplexes System sind und nicht alles nachgebildet werden kann.

Stand: 05.08.2023

Änderungsverlauf

H = Hinzugefügt; F = Fix; Ä = Änderung; X = Gelöscht; U = Umbenannt

Version	Datum	Inhalt		Beschreibung
1.000	01.10.2021	erste Vollversion		
1.400	xx.08.2023	neue Inhalte und einige Bugfixes und Änderungen	H	<ul style="list-style-type: none"> • Re0 Bf AW G bei BH1000 für Einzel- und Doppelausleger • Re0 QW BS mit Isolatoren für GOR • Re0 QW BS mit Isolatoren für SPOR • Re0 Aü2G HS in mehreren Varianten • Re0 QW AFd G als Einzelhalterung • Re1 QW Bstg bei gesondert geführtem Richtseil • Re0 QTK 1,00 Zwischenstück • Re0 Stabisolatoren in mehreren Varianten ergänzt • Re0 Bf RMG für Doppelausleger in BH1000 • Re0 EI Signale in schmaler Ausführung • Re0 Bf BM BH1000 • Re0 FE für BM • Re0 AHM und EHM für seitliche Endverankerungen in grün und grau inklusive Anbauteile • Re2 2,70 K bg a ge • Re0 SL3 für mehrere Stützisolatoren • Re2 2,70 st ge • Re2 5,00 K/L bstg

				<ul style="list-style-type: none"> • Re2 2,40 strn • Re2 2,40 W a/b • Re2 SH06 W • Re2 strn ge • Re1 QWs/g st/bg b als Re2 Stützpunkte ohne Y-Beiseil • Re0 AW/EW/ARM/ERM in der Farbe Grün • Re0 Bf Anbauteile für RM/WM in Grün • Re0 ERM in 10m/12,5m/13,5m • Re0 ARM in weiß erweitert • Re0 ARM/ERM 7,50 mit verstärktem Mast • Re0 Bf Aü2G Bausatz ohne Splines • Re0 EHM und AHM in kleinen Größen hinzugefügt • Re0 EHM ab 12,5m in schmaler und breiter Ausführung • Re0 Bf HM für verschiedene Anwendungsfälle (FE, QTW, etc.) • Re1 und Re2 Ausleger für VSS • Ausleger für Re1 ef Fahrleitung als Regelbauart und Verwendung in QTW und Aü2G
			F	<ul style="list-style-type: none"> • Re1 bg a ge Bezeichnung im Editor • Re0 QTK 4,00 Snapping Point • Re1 QW1 SH14 FP Tragseilhöhe • Re2 3,90 L st FP Bezeichnung im Editor • Shaderprobleme in der Nacht bei einzelnen Re0 ARM und ERM

			Ä	<ul style="list-style-type: none"> • Re2 Aü2G Snapping Point für Befestigungen hinzugefügt • Re0 Bf Anbauteile für Masten unterschieden nach Farbe (G – Grau B – Grün) • Re2 3m90 SH06 kurz standard a Höhe des Tragseils angepasst • Re0 Y-Beiseile für Re2 Ausleger in der Objektliste ausgeblendet
			U	<ul style="list-style-type: none"> • Änderung des Anzeigenamens einiger Objekte in der Editorliste

Glossar

Tabelle 1 - Kürzelerklärung

Begriff/Abkürzung	Erläuterung
Kettenwerk	Hauptbestandteil der Oberleitung besteht aus Tragseil, Hänger und Fahrdraht
Ausleger	Trägt das Kettenwerk Anbau am Mast
Stützpunkt	Trägt das Kettenwerk Einbau in Quertragwerken
Quertragwerk	Tragwerk für das Überspannen von mehreren Gleisen
F ₀ -Maß	Abstand von Mastvorderkante zum Gleis auf Höhe der Schienenoberkante (SOK)
FH	Abstand zwischen SOK und dem Fahrdraht
SH	Systemhöhe Abstand von Fahrdraht und Tragseil am Ausleger/Stützpunkt
b-Maß	Fahrdrahtseitenverschiebung am Ausleger/Stützpunkt
SL	Speiseleitung
FP	Festpunkt feste Halterung des Tragseils
FE	Feste Endverankerung feste Verankerung von Tragseil und Fahrdraht
Befestigungsteil	Bauteil um Ausleger, Abfangungen, Radspanner u.ä. am Mast zu befestigen

1. Regelbauarten

Bei der Reichsbahn wurden für unterschiedliche Geschwindigkeitsbereiche zwei Regelbauarten (Re 1 und 2) als Teil der DR-M Fahrleitung entwickelt. Sie unterscheiden sich in zentralen konstruktiven Werten, die nachfolgend gegenübergestellt sind. Zusätzlich gibt es eine vereinfachte Version als sogenannte Einfachfahrleitung abgeleitet aus der Regelbauart 1. Hierbei entfällt das Tragseil als wesentliches Element des Kettenwerkes. Die Anwendung dieser Bauart beschränkte sich auf Werksbahnen und Nebengleise in Bahnhöfen.

Tabelle 2 - Vergleich der Merkmale aller Regelbauarten

Merkmal	Re 1 einfach	Re 1	Re 2
Höchstgeschwindigkeit	bis 80 km/h	bis 100 km/h	über 100 km/h
Systemhöhe	1,40 m	1,40 m	1,40 m
Fahrdraht	100 mm ²	100 mm ²	100 mm ²
Ankerseil	50 mm ²	50 mm ²	50 mm ²
Y-Beiseil	Hilfstragseile	ohne	mit
Nachspannung	2-Feldrig	2-Feldrig	(meist als Streckentrennung ausgeführt)
Streckentrennung	3-, 4-Feldrig	3-, 4-Feldrig	3-, 4-Feldrig
b-Maß	± 0,4 m	± 0,4 m	± 0,4 m
maximale Längsspannweite (a)	80 m	80 m	80 m

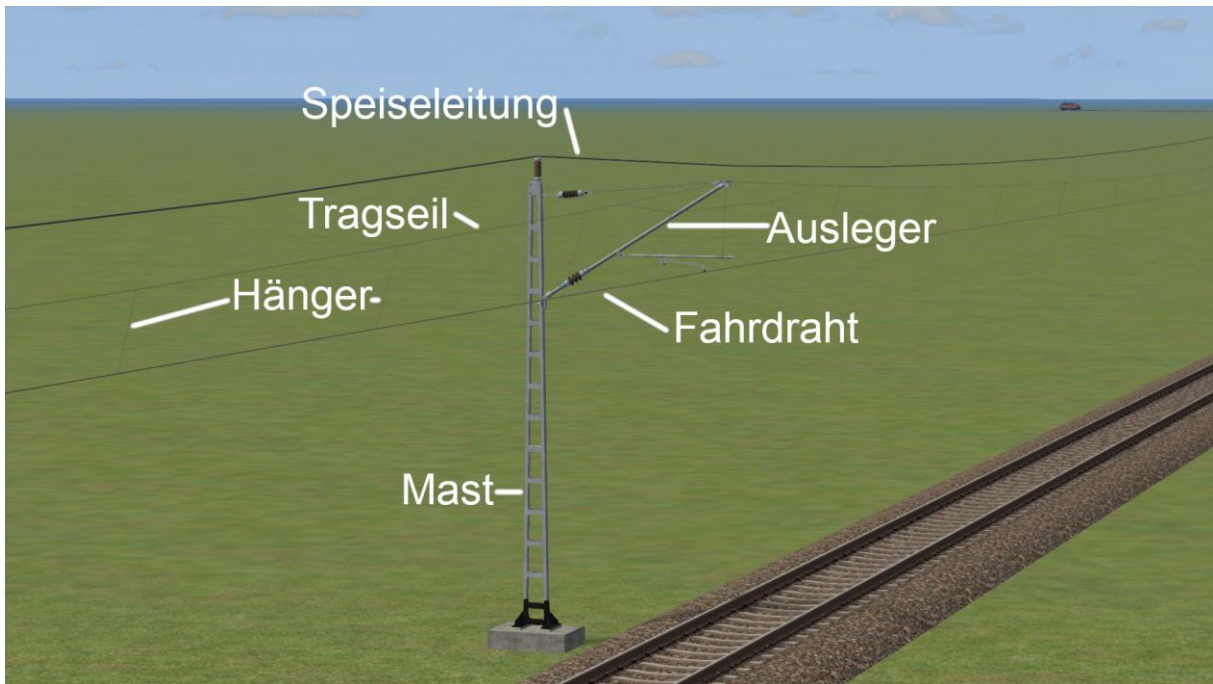


Abbildung 1 - allgemeine Bestandteile der Fahrleitung

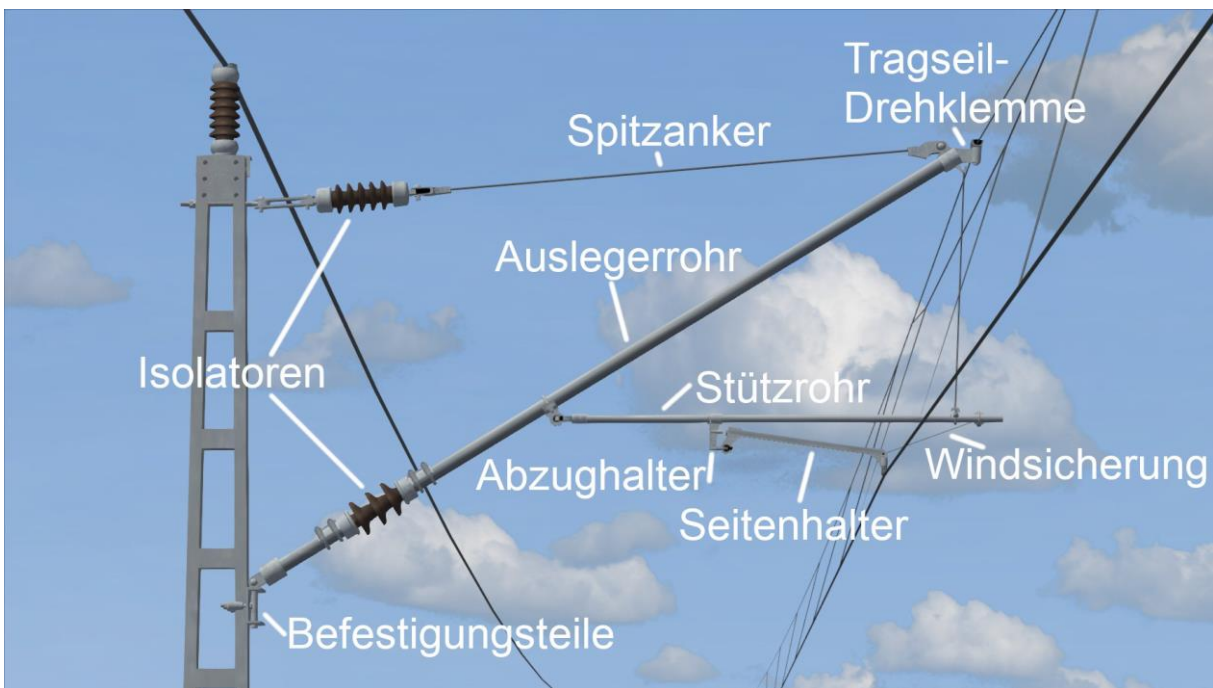


Abbildung 2 - Detailsicht und Bauteile an einem Re2 Ausleger

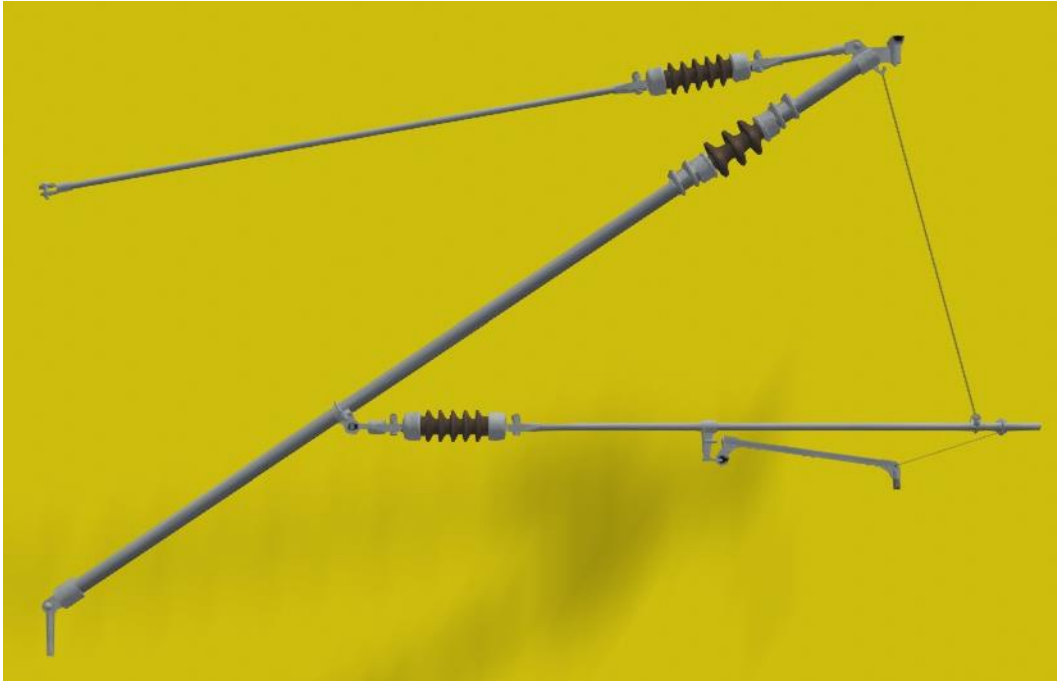
Die Bezeichnung der Auslegervarianten in diesem Paket stützt sich auf eine einheitliche Abkürzungsregel. Dadurch lassen sich viele unterschiedliche Objekte überschaubar in der Auswahlliste darstellen. Es empfiehlt sich daher die folgende Liste zu studieren, um vor dem Einbau in der Strecke die notwendigen Objekte schneller im Editor auffinden zu können.

Tabelle 3 - Abkürzungen der Ausleger

Abkürzung	Bedeutung
Re1	Präfix der Regelbauart – hier Regelbauart 1
2,70	Auslegerlänge als Abstand von der Gleismitte zur Mastvorderkante F ₀ -Maß – hier 2,70 m
K; L	Einbaurichtung des Seitenhalters
W	2 Ausleger für Weichen Varianten möglich: a und b
FP	Festpunktausleger enthalten separate Verknüpfungspunkte für Lofts
VSS	Ausleger ohne Isolatoren für Verkürzte Schutzstrecken (VSS)
ef	Ausleger für Einfachfahrleitungen
ge	geerdeter Ausleger Verwendung zum Arbeitsschutz bei besteigen des Mastes oder für Bahnsteige
bstg	Auslegervariante für Bahnsteige besitzt Snapping Points für zusätzliche Isolatoren
strn	Ausleger für Streckentrennung mögliche Varianten: a, ba, ca, d, e
nspn	Ausleger für Nachspannung mögliche Varianten: a, b, c, d
bg	Ausleger für den Bogen
st	Standard Ausleger
a	Ausleger mit Seil-Anker
b	Ausleger mit Rohr-Anker
c	Ausleger mit Seitenhalter bei geringem Radius (Re 1) Ausleger mit verschobenem Y-Beiseil bei geringem Radius (Re2)

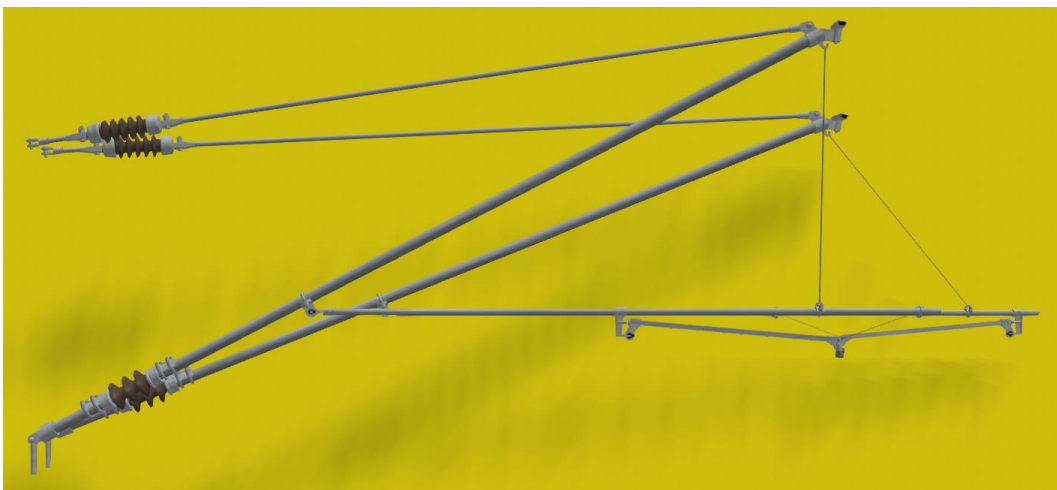
Zu einem besseren Verständnis folgen mehrere bebilderte Beispiele anhand der Bezeichnung der Objekte im Editor:

- DRM Re2 3,60 K strn bg ba ge



Besonderheit:

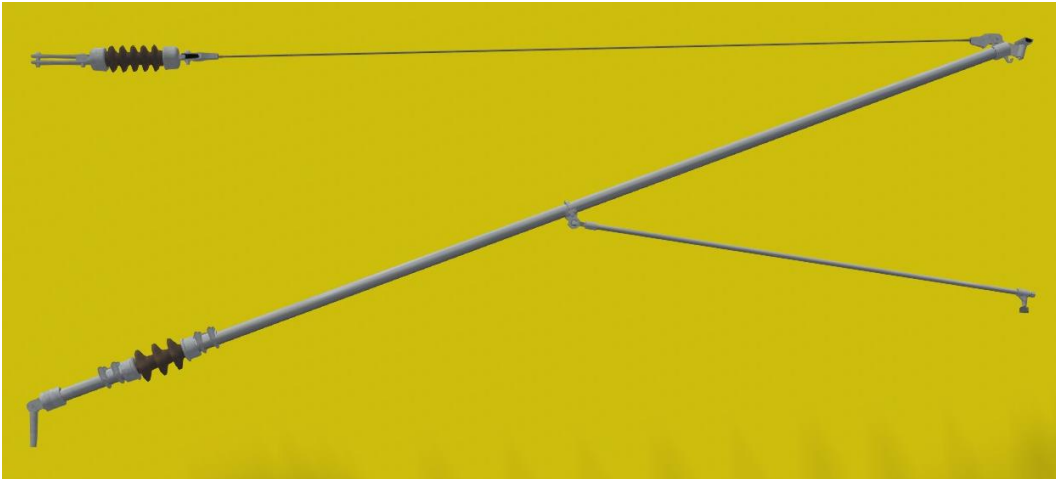
- bei Re2 Auslegern wird auch bei Bogenauslegern zwischen der Einbau-
richtung der Seitenhalter unterschieden
- DRM Re2 4,20 W a



Besonderheit:

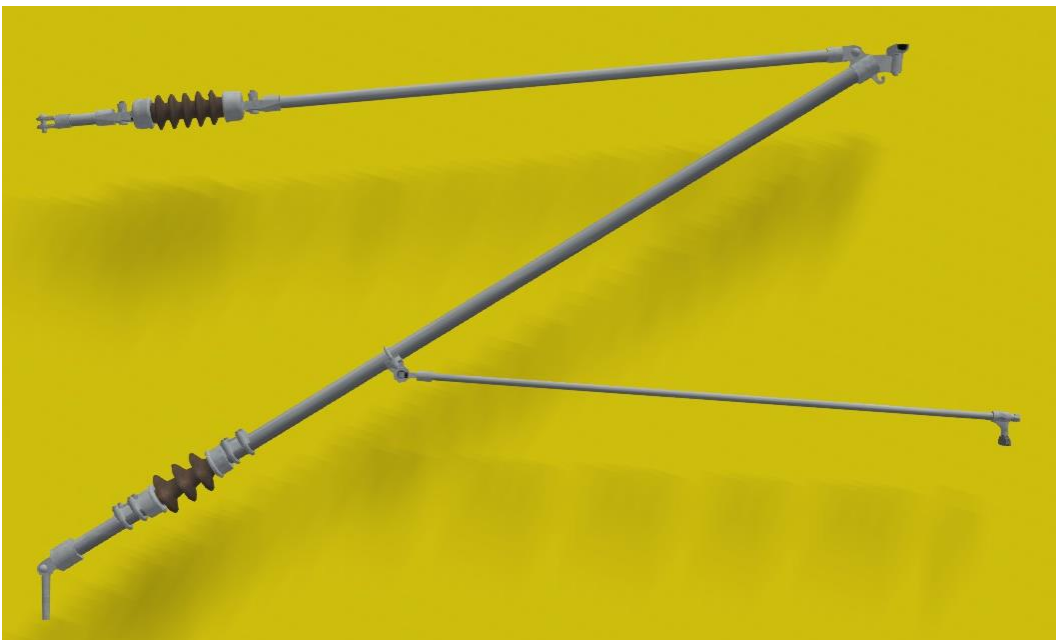
- das „a“ in dieser Variante steht für die Auslegerkombination eines „K“
und „L“ Auslegers für Weichen

- DRM Re1 4,80 bg a



Besonderheit:

- bei Re1 Auslegern im Bogen wird der Ausleger standardmäßig auf das b-Maß 0,00 m platziert
- DRM Re1 3,00 L st FP



Besonderheit:

- Festpunktausleger besitzen immer einen Rohr-Anker, weshalb auf die Verwendung der separaten Kennung mit dem Buchstaben „b“ verzichtet wird

Tabelle 4 - Regeln für die Auswahl der Ausleger im Bogen

Kürzel	Seitenhalter	Anwendbar bis Bogenradius R in m
Re1		
st	K; L	∞
bg a	K	> 2000
	L	> 2000
bg b	K	< 2000
	L	< 2000 > 800
bg c	L	< 800
Re2		
st	K; L	∞
bg a	K	> 1200
	L	> 2000
bg b	K	< 1200
	L	< 2000 > 1200
bg c	L	< 1200

Tabelle 5 - Einbaurichtung der Seitenhalter

b-Maß	Einbaurichtung
< 0,00 m	K
± 0,00 m	K oder L
> 0,00 m	L

1.1. 2-Feldrige Nachspannung

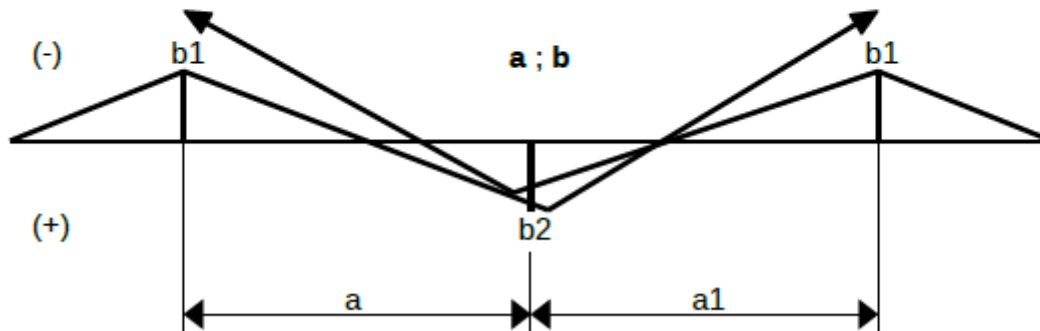
Fahrdrahtseitenverschiebung in der Geraden und im Bogen

2-Feldrige Nachspannung

b_1, b_2 = Seitenverschiebung am Ausleger

a = Längsspannweite

a, b = Auslegerkürzel



Beispiel für ein F_0 -Maß von 2,70 m, $b_1 = -0,4$ m in der Geraden:

- Ausleger bei b_1 „DRM Re1 2,70 L st ge“
- Ausleger bei b_2 „DRM Re1 2,70 K nspn a“ und „DRM Re1 2,70 K nspn b“
- Ausleger bei b_3 „DRM Re1 2,70 L st ge“

Für andere Längsspannweiten und b -Maße bspw. bei Bögen müssen die Werte einzeln ermittelt werden anhand der Tabelle 6. Die Anwendung der 2-feldrigen Nachspannung beschränkt sich auf die Re1.

1.2. 3-Feldrige Streckentrennung

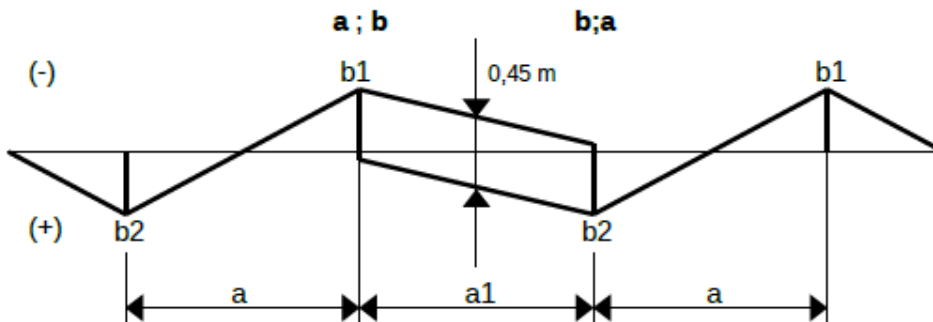
Fahrdrahtseitenverschiebung in der Geraden

Streckentrennung

b_1, b_2 = Seitenverschiebung am Ausleger

a, a_1 = Längsspannweite

a, b, c, d = Auslegerkürzel



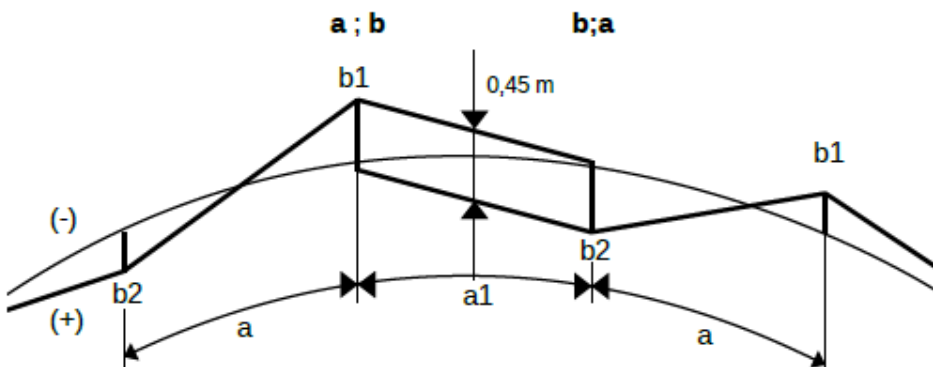
Fahrdrahtseitenverschiebung im Bogen

($R > 4000$ m) Streckentrennung

b_1, b_2 = Seitenverschiebung am Ausleger

a, a_1 = Längsspannweite

a, b, c, d = Auslegerkürzel



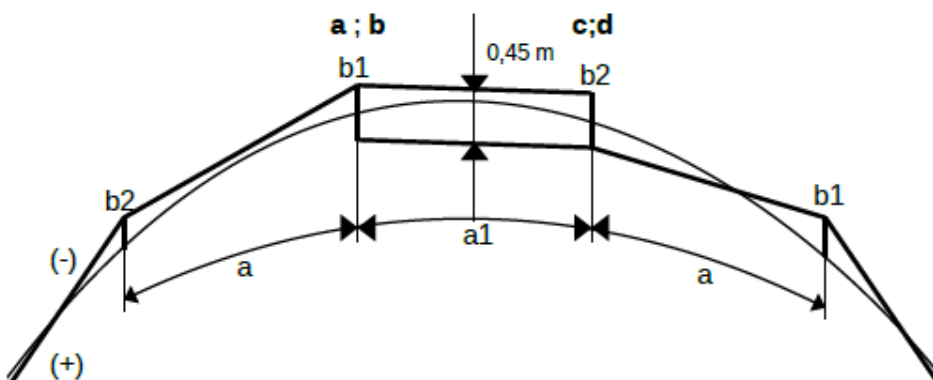
Fahrdrahtseitenverschiebung im Bogen

($R < 4000$ m) Streckentrennung

b_1, b_2 = Seitenverschiebung am Ausleger

a, a_1 = Längsspannweite

a, b, c, d = Auslegerkürzel



Im Wechselfeld a1 werden an den hochgezogenen Kettenwerken Isolatoren ins Kettenwerk eingebaut. Hierzu werden die Isolatoren „DRM Re0 Stabisolator 25 kV“ etwa einen Meter vor den Ausleger ins Tragseil und Fahrdrabt eingebaut.

Die Längsspannweite im Wechselfeld a1 ist nicht zwingend gleich zu der, der anderen Felder!

Beispiel für ein F_0 -Maß von 3,60 m, $b_2 = +0,4$ m in der **Geraden** von links nach rechts:

- Ausleger bei b_2 „DRM Re2 3,60 L st ge“
- Ausleger bei b_1 „DRM Re2 3,60 K strn a“ und „DRM Re2 3,60 K strn ba“
- Ausleger bei b_2 „DRM Re2 3,60 L strn ba“ und „DRM Re2 3,60 L strn a“
- Ausleger bei b_1 „DRM Re2 3,60 K st ge“

Beispiel für ein F_0 -Maß von 3,60 m, $b_2 = -0,4$ m im **Bogen $R = 1500$ m** von links nach rechts und *bogenaußen platzierten Auslegern*:

- Ausleger bei b_2 „DRM Re2 3,60 K bg b ge“
- Ausleger bei b_1 „DRM Re2 3,60 K strn a“ und „DRM Re2 3,60 K strn ba“
- Ausleger bei b_2 „DRM Re2 3,60 K strn ca“ und „DRM Re2 3,60 K strn d“¹
- Ausleger bei b_1 „DRM Re2 3,60 K bg b ge“

¹ b-Maß für Ausleger „ca“ = $\pm 0,00$ m

Für andere Längsspannweiten und b-Maße bspw. bei Bögen müssen die Werte einzeln ermittelt werden anhand der Tabelle 6.

Streckentrennungen werden zur Trennung der Schaltbereiche der freien Strecke von den Bahnhöfen eingesetzt und zwischen dem Einfahrsignal eines Bahnhofes und dem Signal Ra10 angeordnet. Sie können auch auf der freien Strecke anzutreffen sein und dort die Funktion einer Nachspannung übernehmen.

Hinweis: Auch bei der Re1 Fahrleitung werden 3-Feldrige Streckentrennungen eingesetzt. Zur korrekten Darstellung sind dafür sowohl Ausleger der Re1 und Re2 Bauart zu kombinieren, um die Aus- bzw. Einfädung des Fahrdrabtes korrekt darzustellen.

1.3. 4-Feldrige Streckentrennung

4-Feldrige Streckentrennung

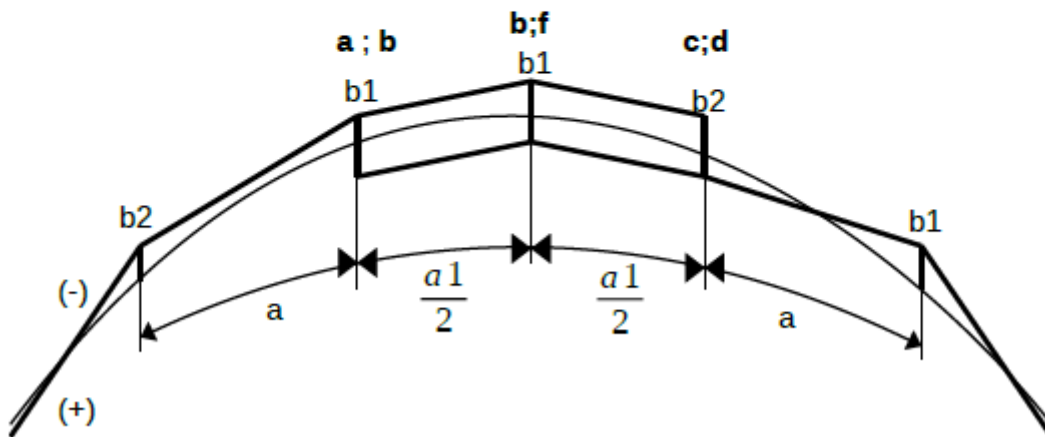
Fahrdrahtseitenverschiebung im Bogen

($R < 600 \text{ m}$) Streckentrennung

b_1, b_2 = Seitenverschiebung am Ausleger

a, a_1 = Längsspannweite

a, b, c, d, e, f = Auslegerkürzel



Für andere Längsspannweiten und b-Maße bspw. bei Bögen müssen die Werte einzeln ermittelt werden anhand der Tabelle 6. Aufgrund des geringen Radius sind 4-feldrige Streckentrennungen in der Regel nur bei Streckenabschnitten mit Re_1 zu finden.

1.4. Längsspannweiten

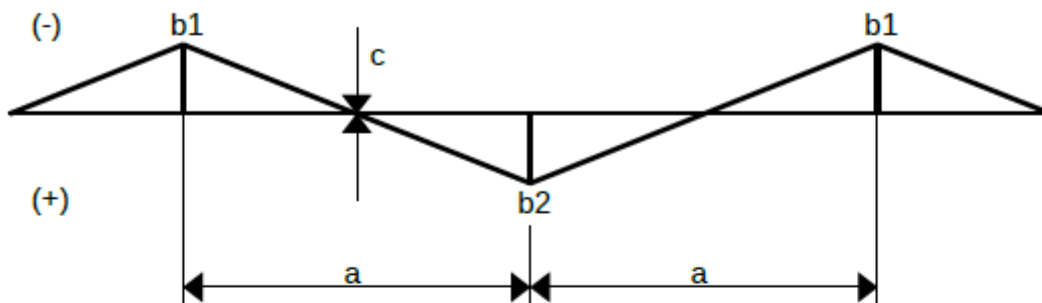
Tabelle 6 - Übersichtstabelle

Bogenhalbmesser in m	Längsspann- weite a in m	Längsspann- weite a1 in m	b1 in cm	b2 in cm
∞	80	65	-40	+40
20.000	80	65	-40	+32
10.000	80	65	-40	+24
7.000	80	65	-40	+17
5.000	80	65	-40	+8
4.000	80	65	-40	+0
3.500	80	65	-40	-6
3.000	80	65	-40	-13
2.700	80	65	-40	-19
2.400	80	65	-40	-27
2.000	80	65	-40	-40
1.800	79	64	-40	-40
1.600	78	63	-40	-40
1.500	76	61	-40	-40
1.400	75	60	-40	-40
1.300	73	58	-40	-40
1.200	72	57	-40	-40
1.100	70	55	-40	-40
1.000	68	53	-40	-40
900	65	50	-40	-40
800	63	48	-40	-40
700	60	45	-40	-40
600	56	65	-40	-40
500	52	64	-40	-40
400	48	62	-40	-40
300	43	60	-40	-40
250	39	-	-40	-40
180	33	-	-40	-40

Werte nach DR-M 25-40.021 Seite 2

Fahrdrahtseitenverschiebung in der Geraden

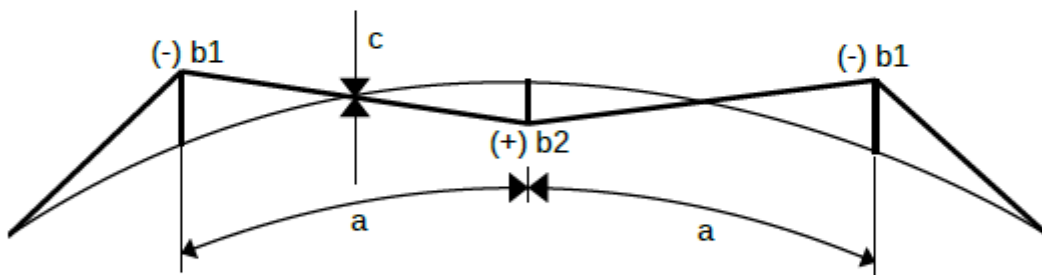
b_1, b_2 = Seitenverschiebung am Ausleger
 c = Fahrdrahtlage in der Mitte der beiden Brechpunkte
 a = Längsspannweite



Fahrdrahtseitenverschiebung im Bogen

$(R > 4000 \text{ m})$

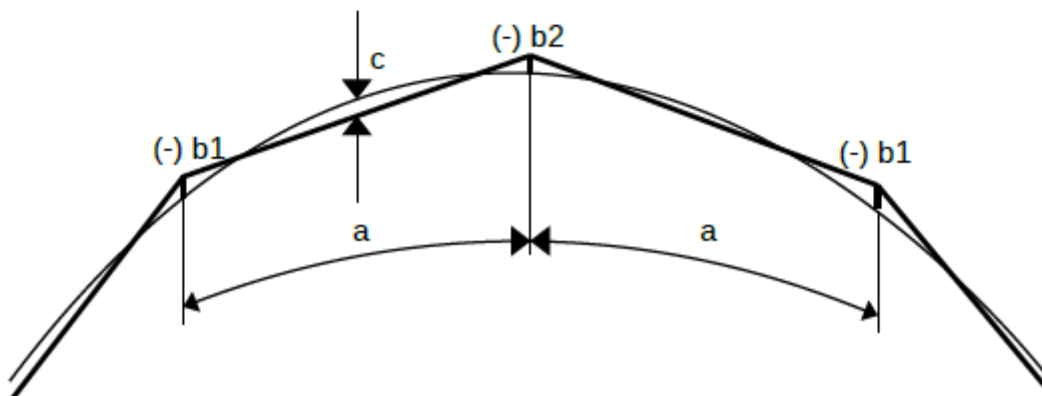
b_1, b_2 = Seitenverschiebung am Ausleger
 c = Fahrdrahtlage in der Mitte der beiden Brechpunkte
 a = Längsspannweite



Fahrdrahtseitenverschiebung im Bogen

$(R < 4000 \text{ m})$

b_1, b_2 = Seitenverschiebung am Ausleger
 c = Fahrdrahtlage in der Mitte der beiden Brechpunkte
 a = Längsspannweite



1.5. Kettenwerk und Festpunkte

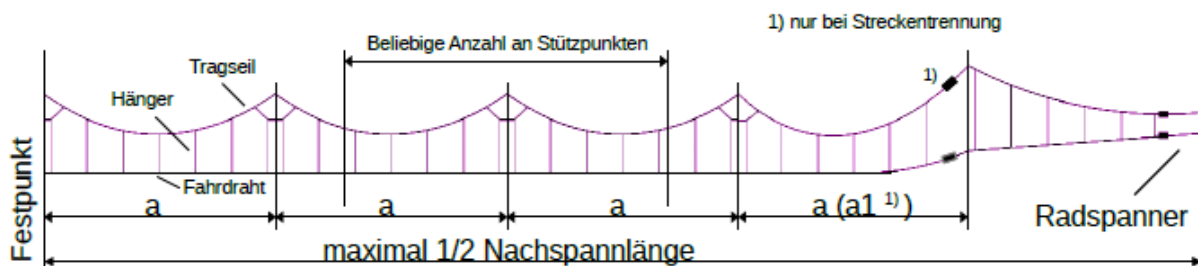
Das Kettenwerk besteht aus Tragseil, Hängern und Fahrdraht. Es darf nur eine maximale Länge erreichen (Nachspannlänge). Diese beträgt bei allen Regelbauarten der Reichsbahn 1500 m. Gemessen wird diese von Radspanner zu Radspanner.

In der Mitte einer Nachspannlänge muss ein Festpunkt errichtet werden. Festpunkte dienen der Minimierung von Schäden an der Oberleitungsanlage bspw. bei Unfällen. Reißt das Tragseil oder der Fahrdraht, so wird der Instandsetzungsabschnitt dadurch auf den Abschnitt zwischen Radspanner und Festpunkt begrenzt.

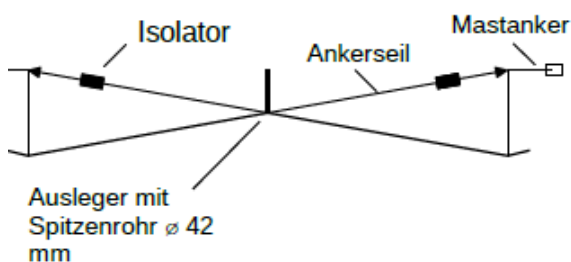
Es gilt folgende Regel:

- Nachspannlänge ≥ 750 m = Festpunkt am Ausleger
 - in Quertragwerken wird auf die Verwendung von Ankerseilen verzichtet
 - bei Bahnsteigen können an den Auslegern zusätzliche Festpunkte vorgesehen werden zum Schutz der Reisenden
- Nachspannlänge < 750 m = Feste Abfangung des Kettenwerks

Übersicht Kettenwerk mit Y-Beiseil

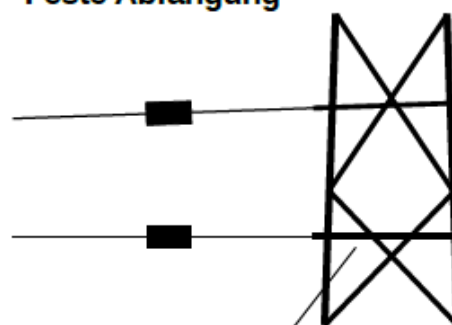


Festpunkt am Ausleger



Festpunkte am Ausleger über 1/2 Nachspannlänge.
Feste Abfangung bis maximal 1/2 Nachspannlänge.

Feste Abfangung



Befestigungsteile für Feste Abfangungen

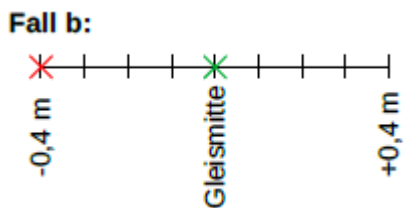
1.6. Weichenverbindungen

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie eine Weiche nach Regelwerk der DR-M zu bespannen ist. Die entsprechenden Ausleger hierfür beinhalten das Kürzel „W“. Man unterscheidet zwischen 3 Fällen (rot = Fahrdrabt der Weichenverbindung; grün = Fahrdrabt des Stammgleises):

- Seitenhalter rot = Kurz; Seitenhalter grün = Lang
Kürzel „W a“



- Seitenhalter rot = Kurz; Seitenhalter grün = Kurz
Kürzel „W b“



- Seitenhalter rot = Lang; Seitenhalter grün = Lang
Kürzel „W c“



Die Ausleger bei Re2 können auch mit den Auslegern „ba“ und „ca“ dargestellt werden, wenn unterschiedliche Längen der Ausleger benötigt werden. Für eine Umsetzung mit Re1 Auslegern werden Stützpunkte für Nachspannungen verwendet. In Quertragwerk werden die Bogen Stützpunkte verwendet.

Der Standort des Mastes entspricht der Stelle, an der die Fahrdrähte beider Kettenwerke den obenstehenden Fällen entsprechen. Hierzu dient das Lichtraumprofil. Für Fall „a“ muss die „4“ des Zweiggleises auf der „0“ des Stammgleises liegen. Dieser

Punkt ist durch Platzieren der Lichtraumprofile zu ermitteln. Bei den Fällen „b“ und „c“ muss der gleiche Punkt ermittelt werden. Allerdings werden die Ausleger nicht an dieser Stelle platziert, sondern davor bzw. dahinter. Also so, dass das Kettenwerk des Zweiggleises bei $\pm 0,40$ m liegt. Als Ergebnis erhält man größere Längsspannweiten.

2. Wichtige Zusatzobjekte

Für die korrekte Umsetzung der DR-M Fahrleitung sind zusätzlich zu den Bauarten der Ausleger und Stützpunkte in den Regelbauarten auch Zusatzobjekte von Nöten. Diese werden im Editor unter der Abkürzung „Re0“ kenntlich gemacht. Dazu gehören folgende allgemeine Bestandteile:

- Masten
- Radspanner
- Festpunkte
- Bahnstrom
 - Speiseleitung
 - Trennschalter
 - Isolatoren

2.1. Mastvarianten

Der Unterschied zwischen Einsetz- und Aufsetzmasten ist, dass die Einsetzmasten einen einbetonierten Mastfuß besitzen. Bei Aufsetzmasten wird, wie der Name schon sagt, der Mast auf das zuvor gegründete Fundament gesetzt und anschließend verschraubt. Der Fuß wird etwa 400 mm mit Bitumenfarbe als zusätzlicher Rostschutz bemalt.

Aufsetzmaste wurden meist in Bahnhöfen projektiert, da diese einen einfachen Austausch bei Umbaumaßnahmen gewährleisten. Bei späteren Elektrifizierungsmaßnahmen wurden auch vermehrt auf freier Strecke Aufsetzmaste verwendet, da diese einfacher mit Unterstützung aus der Luft montiert werden konnten. Die untere Auflistung gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Mastvarianten. Beton- und H-Profil-maste sind nur als Einsetzmaste ausgeführt.

Tabelle 7 - Abkürzungen der Mastvarianten

Mastvariante	Kürzel	Bedeutung
Einsetzmast	ERM	Einsetz-Rahmenflachmast
	EW	Einsetz-Winkelmast
	EHM	Einsetz-H-Mast
	BMx	Betonmast der Variante x
Aufsetzmast	ARM	Aufsetz-Rahmenflachmast
	AW	Aufsetz-Winkelmast
	AHM	Aufsetz-H-Mast
Zusätzliche Eigenschaften	07,00	Masthöhe über SO
	+e1	mit Befestigungsteil für 1 Ausleger (Standard)
	+e2	mit Befestigungsteil für 1 Ausleger (niedrige SH)
	+d1	mit Befestigungsteil für 2 Ausleger
	q	Mast quer zur Fahrtrichtung (verstärkte Ausführung)
	G	Grauer Anstrich (Regelausführung)
	W	Weißer Anstrich (Befestigungsteile trotzdem grau!)
	B	Grüner Anstrich (frühe Ausführung)

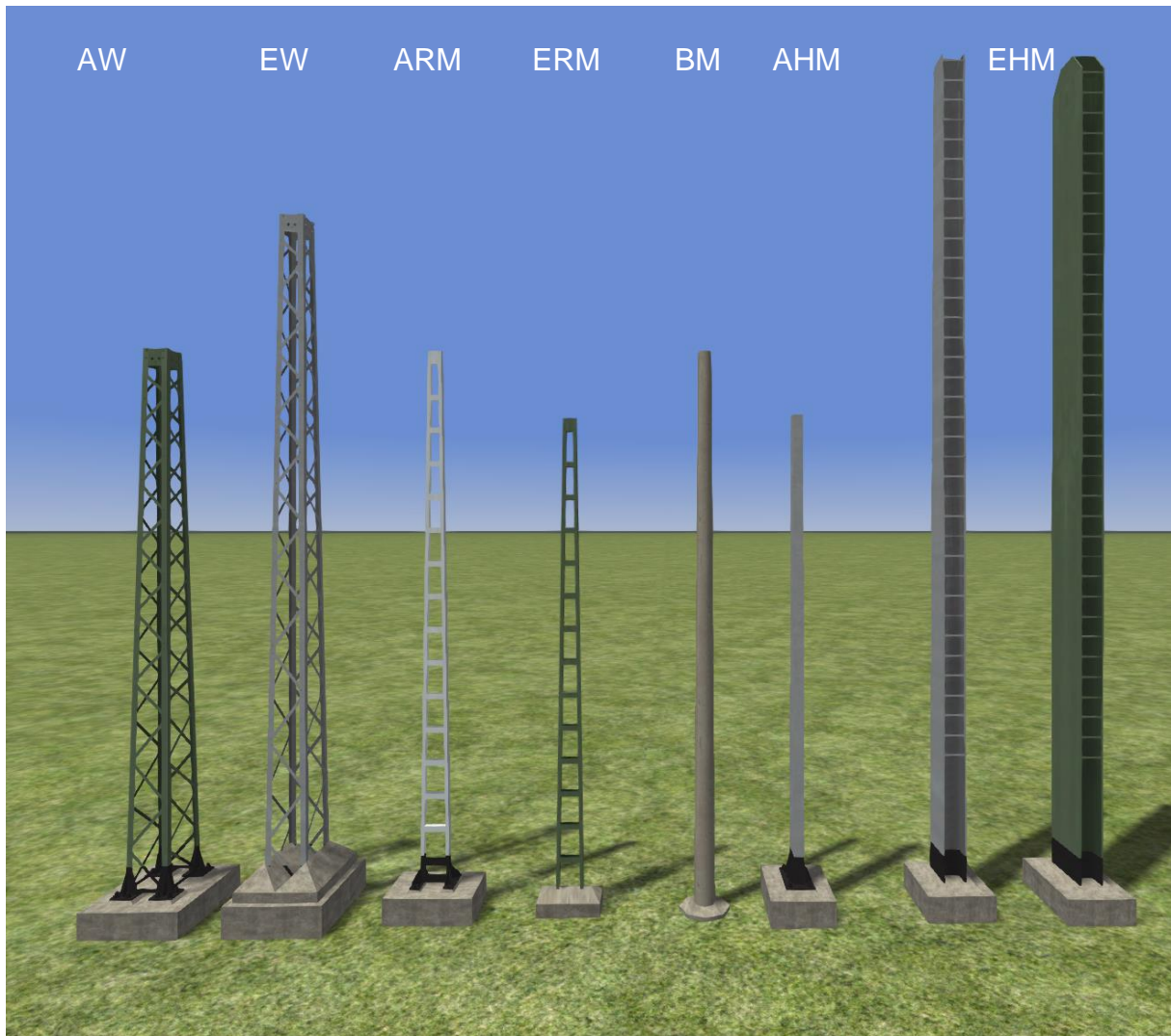


Abbildung 3 - Übersicht der Mastvarianten

Tabelle 8 - Übersicht umgesetzter Mastvarianten

Mastvariante	Höhe	Mastfuß	Mastkopf
ERM	7,00 7,50 8,00		
ARM	7,00 7,50 8,00 10,00 12,50 13,50		
EW	7,00 8,00	600x800 600x800	350x350 350x350

	10,00 12,50 14,00 16,00 18,00 20,00	600x800 600x800 800x1000 1000x1250 1000x1250 1250x1600	350x350 350x350 400x400 400x400 400x400 400x400
AW	7,00 8,00 10,00 12,50 14,00 16,00 18,00 20,00	600x800 600x800 600x800 600x800 800x1000 1000x1250 1000x1250 1250x1600	350x350 350x350 350x350 350x350 400x400 400x400 400x400 400x400
BM1	7,00 8,00		
BM2	7,00 8,00 10,00		
BM3	7,00 8,00		
AHM	6,00 7,00		
EHM	6,00 7,00 12,50 14,00 16,00 18,00 20,00		350x350 350x350 350x350 Sondermaß Sondermaß

Tabelle 9 - Auswahlmatrix für Betonmasten

Auslegervariante	Anwendbar bis Bogenradius R		
	BM1	BM2	BM3
1 Ausleger, Gerade und Innenbogen	340	250	-
1 Ausleger, Außenbogen, Ausleger mit Festpunkt	1100	250	-
1 Ausleger mit Ankerseil	900	250	-
2 Ausleger im Innenbogen	1700	600	250
2 Ausleger im Außenbogen	-	250	-
1 Ausleger mit Abfangung von Kettenwerk	-	1500	250
2 Ausleger, Mast als Mittelmast	-	720	250

Angaben nach DR-M 25-23.121 Seite 2

Spannbetonmaste können nur bis zu einem F_0 -Maß $\leq 4,7$ m verwendet werden!

Tabelle 10 - Auswahltable für Stahlmasten

Mastart	Anwendungsart	Freie Strecke	Bahnhof
ERM	1-3 Ausleger, Bogenabzug	B (Bevorzugt)	Z (Zulässig)
ARM		Z	B
EW	1-3 Ausleger, 1-2 Radspanner, Quertragwerke, Abfangung von Kettenwerken, Bogenabzug, Abfangung von Speiseleitungen	B	Z
AW		Z	B
AHM/EHM	Einsatz bei geringem Gleismittenabstand für QTW, Aü2G und Endverankerungen	Z	Z

2.2. Radspanner und Festpunkte

Zum Ausgleich der Effekte von Temperaturschwankungen wird die Oberleitung in regelmäßigen Abständen durch Belastungsgewichte auf Spannung gehalten. Die Radspanner übernehmen diese Aufgabe und gewährleisten eine korrekte Fahrdrathöhe. Die Abkürzung der Objekte im Editor lautet „RD“.

Tabelle 11 - Bauarten der Radspanner und Einbauzeiträume

Bauart	Eigenschaft und Verwendung	Zeitraum
a	1x26 Belastungsgewichte.	bis 1980
b	2x13 Belastungsgewichte. Bei nicht ausreichenden Hubverhältnissen	
c	1x13 Belastungsgewichte. Bei nicht ausreichenden Hubverhältnissen und eingeschränkten Platzverhältnissen	
d	1x26 Belastungsgewichte.	ab 1980
e	2x13 Belastungsgewichte. Bei nicht ausreichenden Hubverhältnissen	
f	1x13 Belastungsgewichte. Bei nicht ausreichenden Hubverhältnissen und eingeschränkten Platzverhältnissen	
g	1x26 Belastungsgewichte. Nutzung bei Re1 Einfachfahrleitung	nicht bekannt

Typischerweise bestehen die Belastungsgewichte aus Beton. Die Varianten c und f besitzen jedoch Metallgewichte. Sie werden insbesondere dann eingesetzt, wenn zwei oder drei Radspanner an einem Winkelmast angebracht werden müssen. Die

Radspanner enthalten keine Isolatoren! Diese müssen händisch ins Kettenwerk eingebaut werden. Einbauort ist etwa vor dem ersten Tragseilhänger.

Tabelle 12 - Verwendung der Befestigungsteile bei Radspannern

Bauart des RD	Befestigungsteil für 1x RD	Befestigungsteil für 2x RD
a, b, c	DRM Re0 Bf RD a	DRM Re0 Bf RD b
d, e, f, g	DRM Re0 Bf RD c	DRM Re0 Bf RD d

2.2.1. Radspanner eindrehen

Zur besseren Darstellung im Train Simulator müssen vor Verlegen der Fahrdrabtlofts die Radspanner eingedreht werden. Dazu besitzen die Objekte einen Hilfspfeil, der nur im Editor sichtbar ist. Dieser ist nach erfolgter Platzierung am Mast auf den folgenden Stützpunkt/Ausleger des Kettenwerkes auszurichten.

2.2.2. Beispielbilder

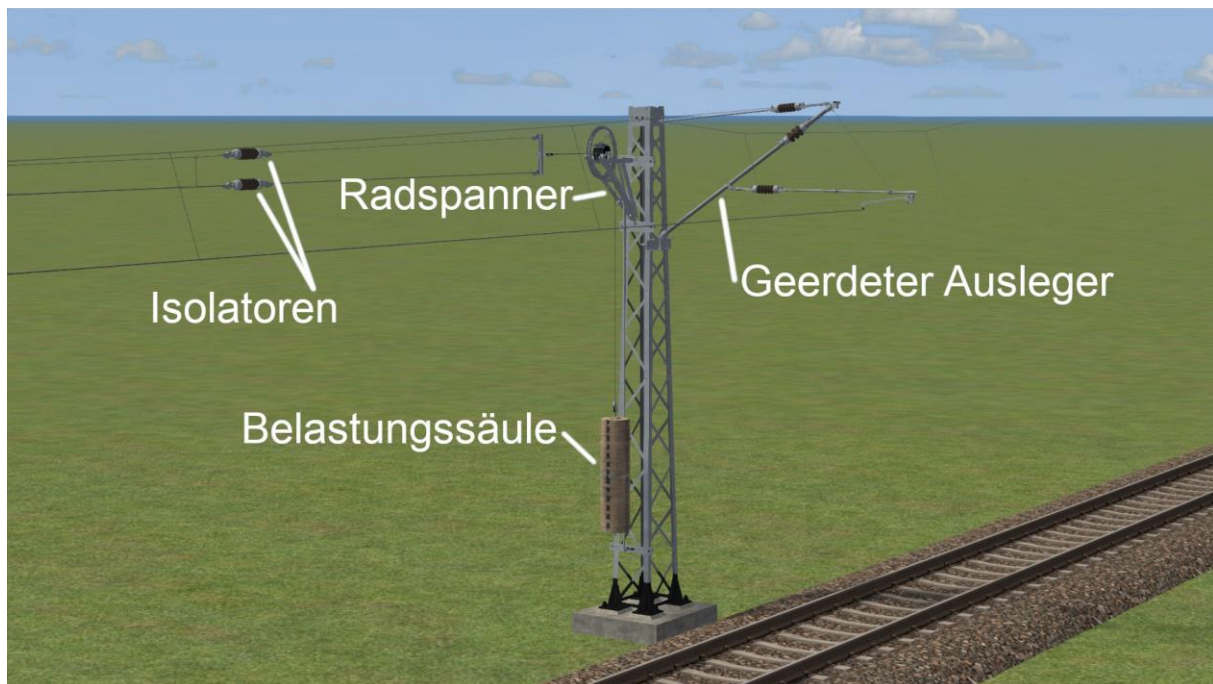


Abbildung 4 - wesentliche Bestandteile einer Nachspannung mit Radspanner

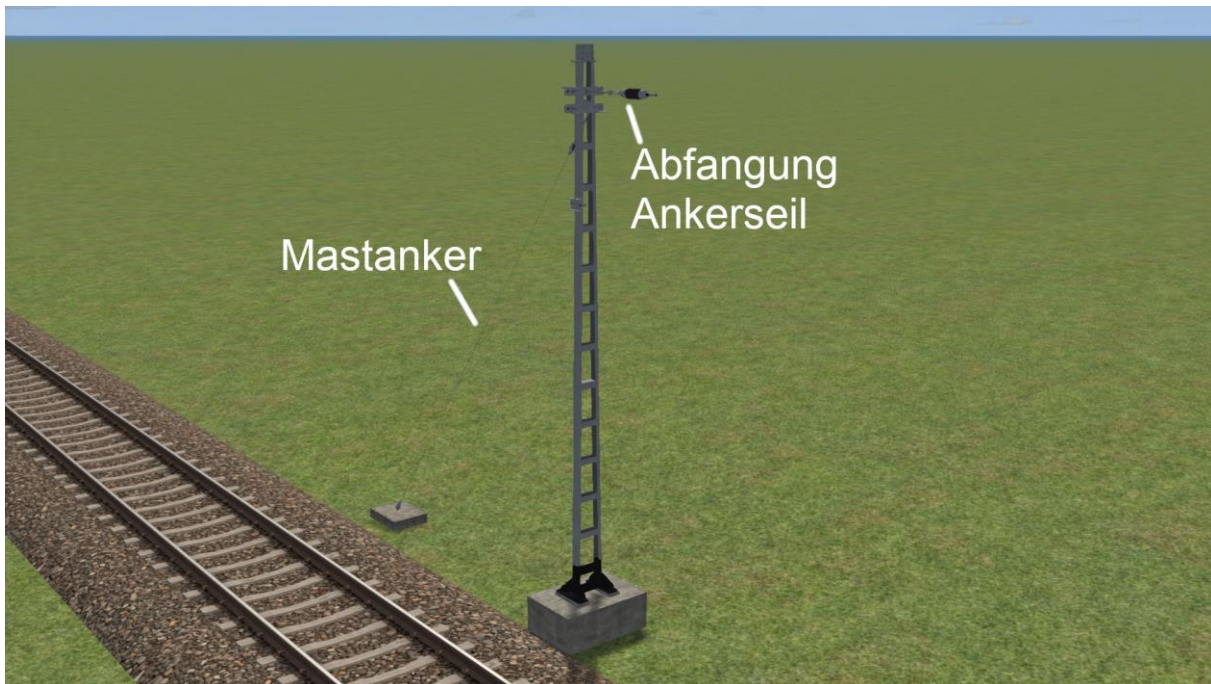


Abbildung 5 - Festpunkt an einem Rahmenflachmast

2.3. Bahnstrom

Die Versorgung der Oberleitung mit Strom erfolgt über das Bahnstromnetz. In Bereichen ohne diese Infrastruktur wird durch dezentrale Umformerwerke aus dem Landesnetz die Versorgung sichergestellt. Dieser Zustand ist auch heute noch in Inselnetzen wie der Rübelandbahn und im Norden Deutschlands, insbesondere in Mecklenburg-Vorpommern, zu beobachten.

Bahnhöfe und die freie Strecke bilden eigene Schaltbereiche im Stromnetz, die bei Bedarf abgeschaltet werden können. Damit in einem solchen Fall aber nicht die Versorgung dahinterliegender Abschnitte abgeschnitten ist kommt zusätzlich zum Kettenwerk die Speiseleitung zum Einsatz.

2.3.1. Speiseleitung

Die Speiseleitung wird in der Regel am bereits verwendeten Mast für die Ausleger mit angebracht. Speiseleitungen können – wie Kettenwerke – nur eine maximale Länge von 1500 m erreichen. Sie werden meist an einem Winkelmast in Nachspannungen zwischenverankert. Die entsprechenden Halterungen werden häufig auch bei engen Bögen eingesetzt, um die seitlichen Kräfte besser abzufangen. Eine zusätzliche Abspannung durch Gewichte findet jedoch nicht statt.

Tabelle 13 - verwendete Abkürzungen für Speiseleitungsobjekte

Abkürzung	Bedeutung
SL	Speiseleitung
0; 1; 2	Aufhängung eines Leiterseils, Bauteil für 1 Speiseleitung, Bauteil für 2 Speiseleitungen
T	Tragausleger
S	Stützisolator
V	Zwischenverankerungsausleger
E	Endverankerungsausleger
RM	Verwendung am Rahmenflachmast
W3	Verwendung am Winkelmast mit Mastkopf 350x350
W4	Verwendung am Winkelmast mit Mastkopf 400x400
BM	Verwendung am Betonmast
MA	Mastaufsatz
a; b; c; d	Bauarten der Aufhängung
L	Markierung für Bauarten mit Lasche

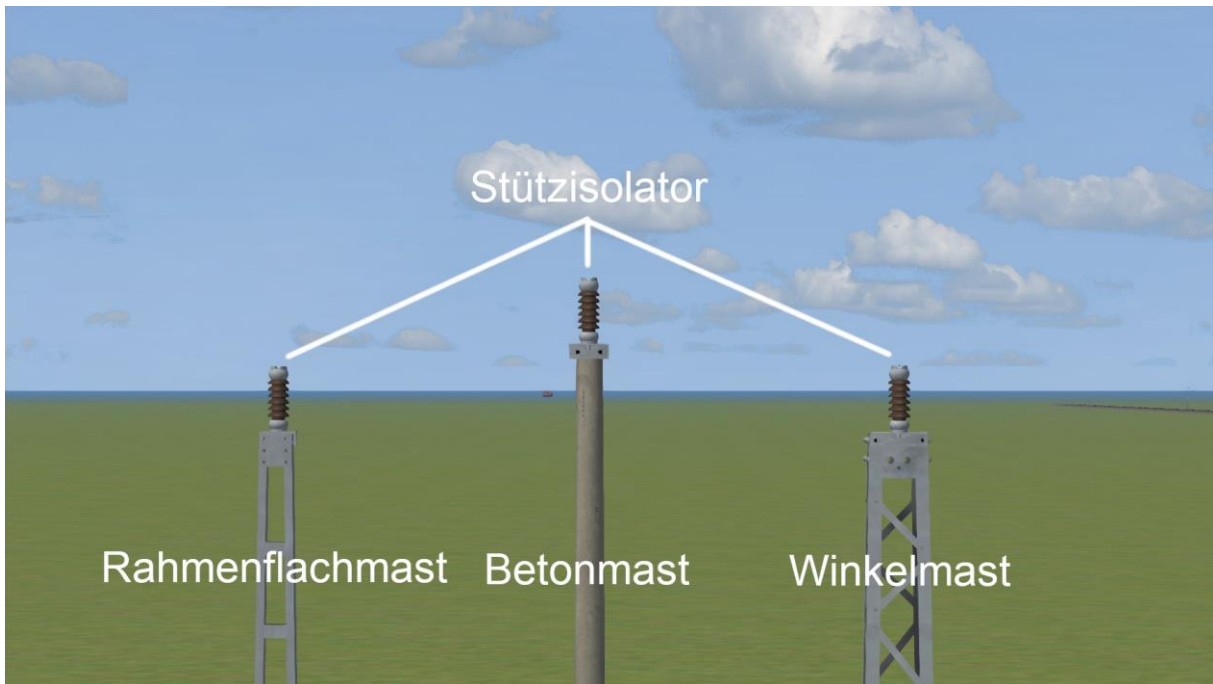


Abbildung 6 - Stützisolatoren am Mastkopf

In Kombination mit Tragauslegern sind auch mehrere Stützisolatoren an einem Mast möglich.

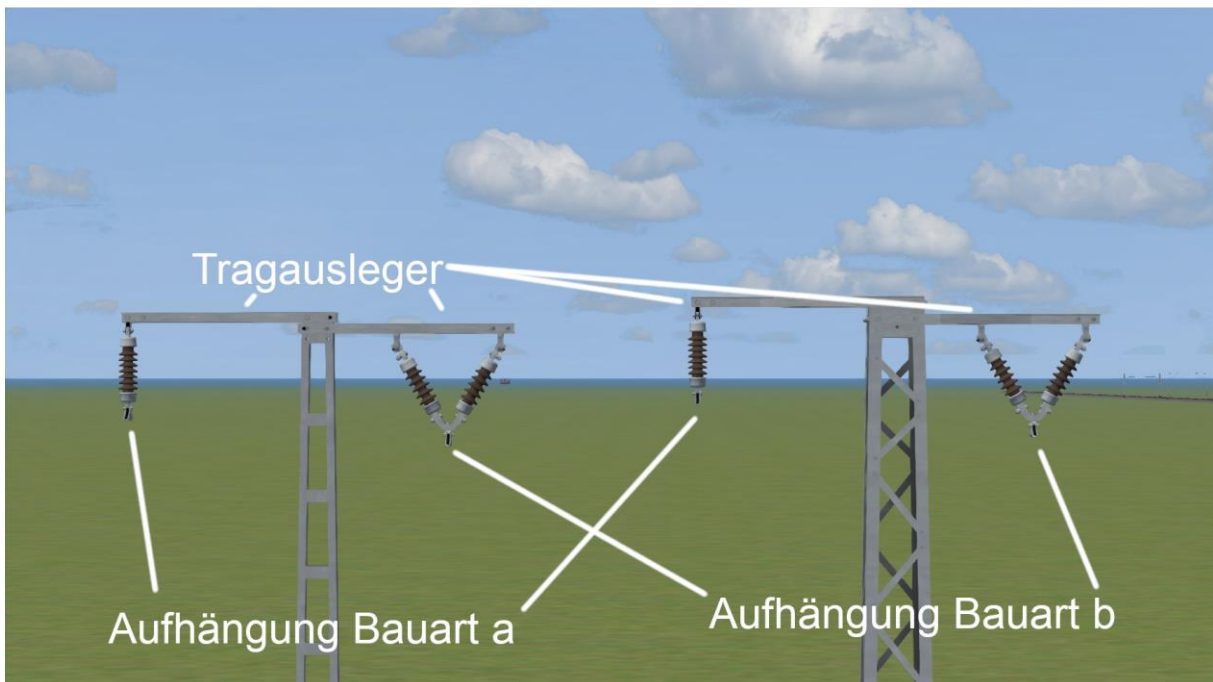


Abbildung 7 - Tragausleger für eine Speiseleitung

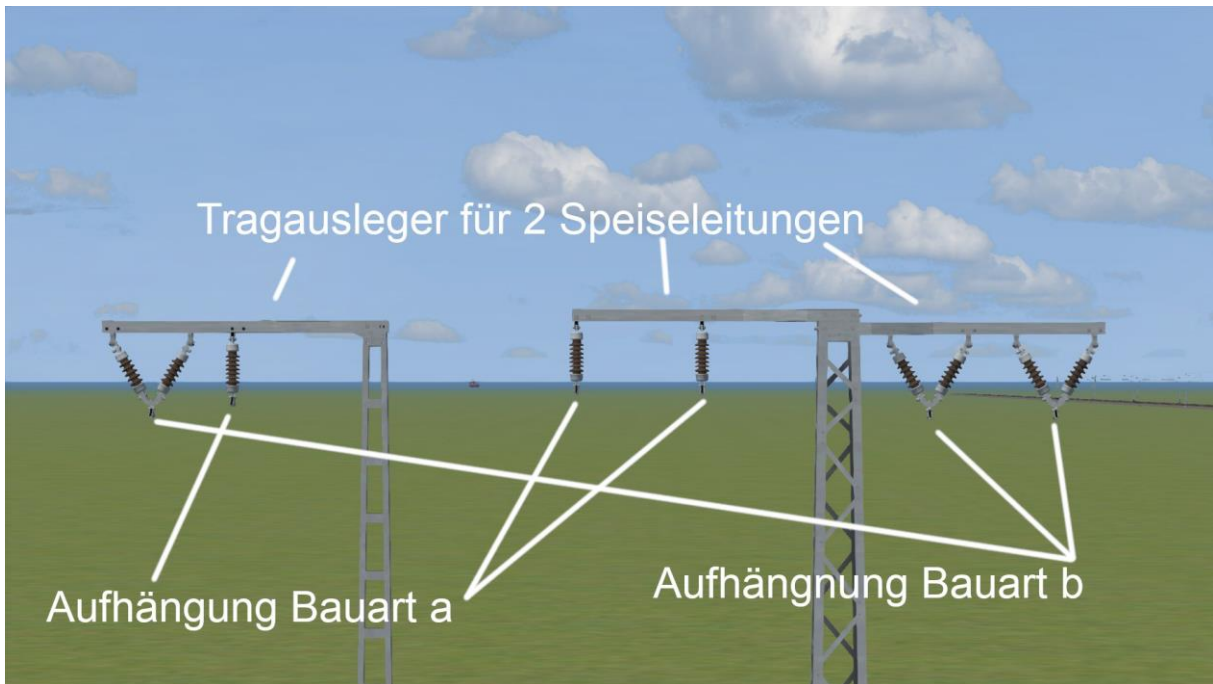


Abbildung 8 - Tragausleger für zwei Speiseleitungen

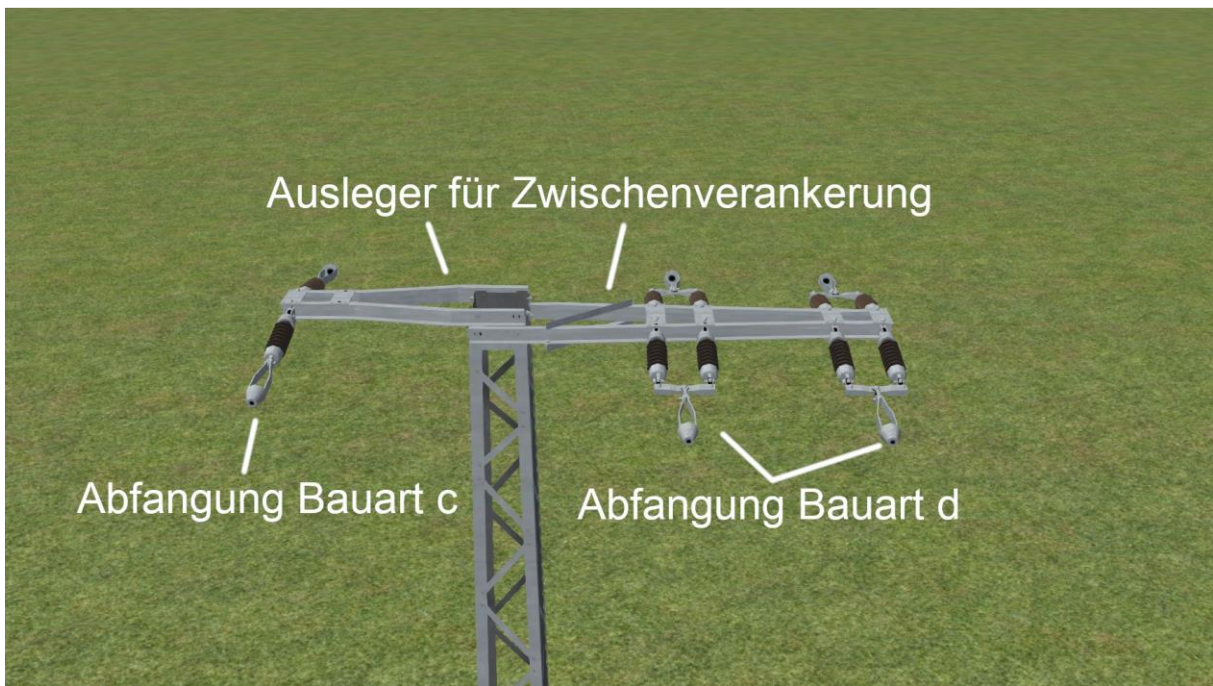


Abbildung 9 - Ausleger für Zwischenverankerungen

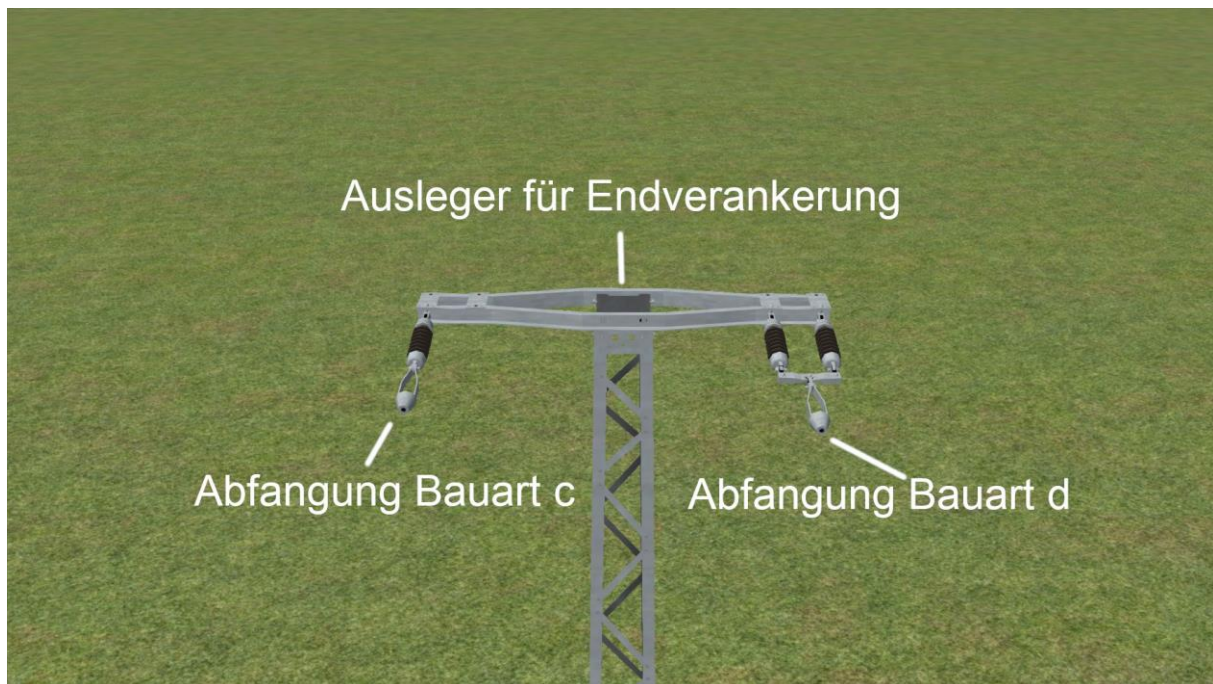


Abbildung 10 - Ausleger für Endverankerung

Tabelle 14 - Verwendung der Aufhängungsarten der Speiseleitung

Aufhängungsart	1 Speiseleitung	2 Speiseleitungen	
		äußere Aufhängung	innere Aufhängung
a	Gerade und Bogeninnenseitig	Gerade und Bogeninnenseitig	Gerade
a L	Bogenaußenseitig	Bogenaußenseitig	Bogen
b	über Isolatorbruch gefährdeten Stellen (Gleise, Straßen, etc.)		
c	wenn Bauart „d“ nicht zutrifft		
d	über Isolatorbruch gefährdeten Stellen (Gleise, Straßen, etc.)		

2.3.2. Trennschalter

Trennschalter werden verwendet, um Schaltbezirke der Oberleitung elektrisch voneinander zu trennen. Im Regelfall befinden sich die Schalter im geschlossenen Zustand, die Schaltbezirke sind also „durchgeschaltet“. Ein Schaltbezirk wird meist durch einen Bahnhof oder eine andere Betriebsstelle begrenzt. Vor bzw. hinter dieser befinden sich Streckentrennungen an welchen an einem der Masten ein Trennschalter angeordnet wird, der die elektrische Verbindung schließt. Die Streckentrennung befindet sich immer zwischen dem Einfahrsignal des Bahnhofs und der ersten Weiche! Weitere Details siehe PDF-Datei „DRM Prinzipskizze kleiner Bahnhof ohne Bahnstromleitung“. Der Schalter kann per Snappingpoint am Mastkopf platziert werden.

Trennschalter auf Winkelmasten müssen auf einer Seite mit einem der Bauteile „KW Anchl. 95 u. 120 mm²...“ ausgerüstet werden. Diese werden auf der freien Seite, also der an welcher kein Isolator angebracht wurde, befestigt. Dies kann ebenfalls über Snappingpoints erfolgen. Die Schalterleitung wird über das Seil „Kupferseil 95 mm²“ gebildet.

Das Schaltergestänge und der Antrieb wurde aus Gründen der Einfachheit nicht nachgebildet!

Tabelle 15 - Abkürzungen für Bauteile der Trennschalter

Abkürzung	Bedeutung
TS	Präfix Trennschalter
KW	Bauteile zum Anschluss der Schalterleitung an das Kettenwerk
RM	Verwendung an Rahmenflachmasten
W 350x350	Verwendung an Winkelmasten mit Mastkopf 350x350
W 400x400	Verwendung an Winkelmasten mit Mastkopf 400x400

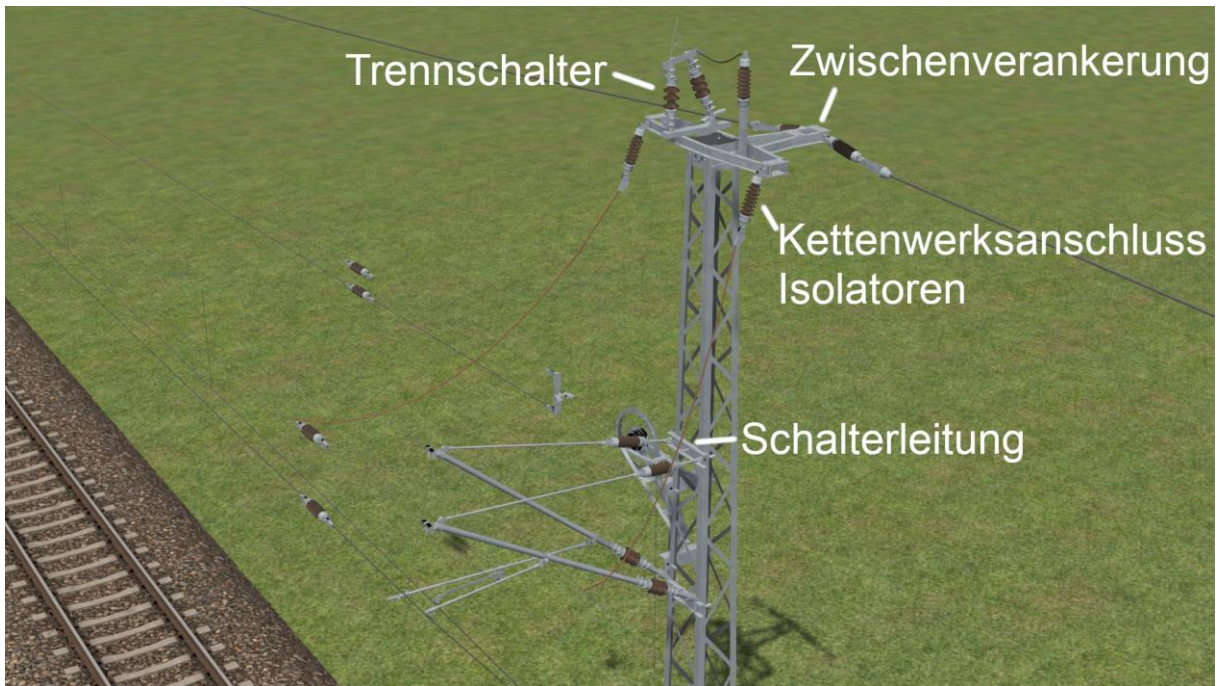


Abbildung 11 - Trennschalter an einem Winkelmast ohne Verbindung zur Speiseleitung

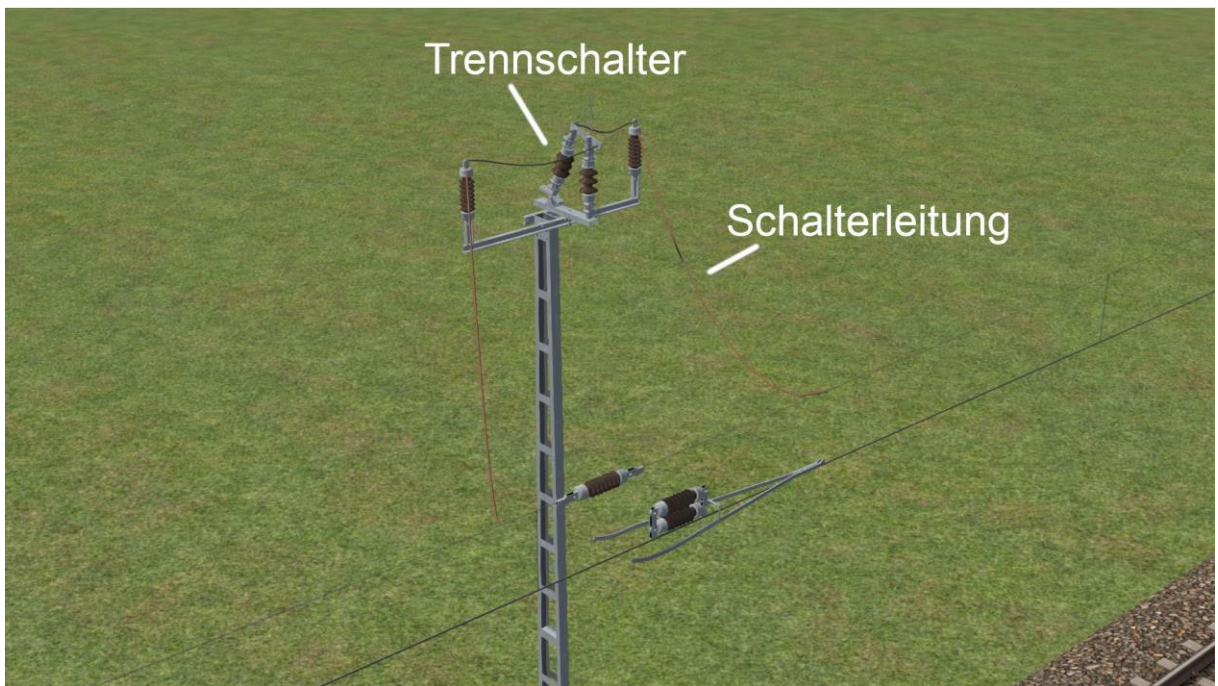


Abbildung 12 - Trennschalter am Rahmenflachmast

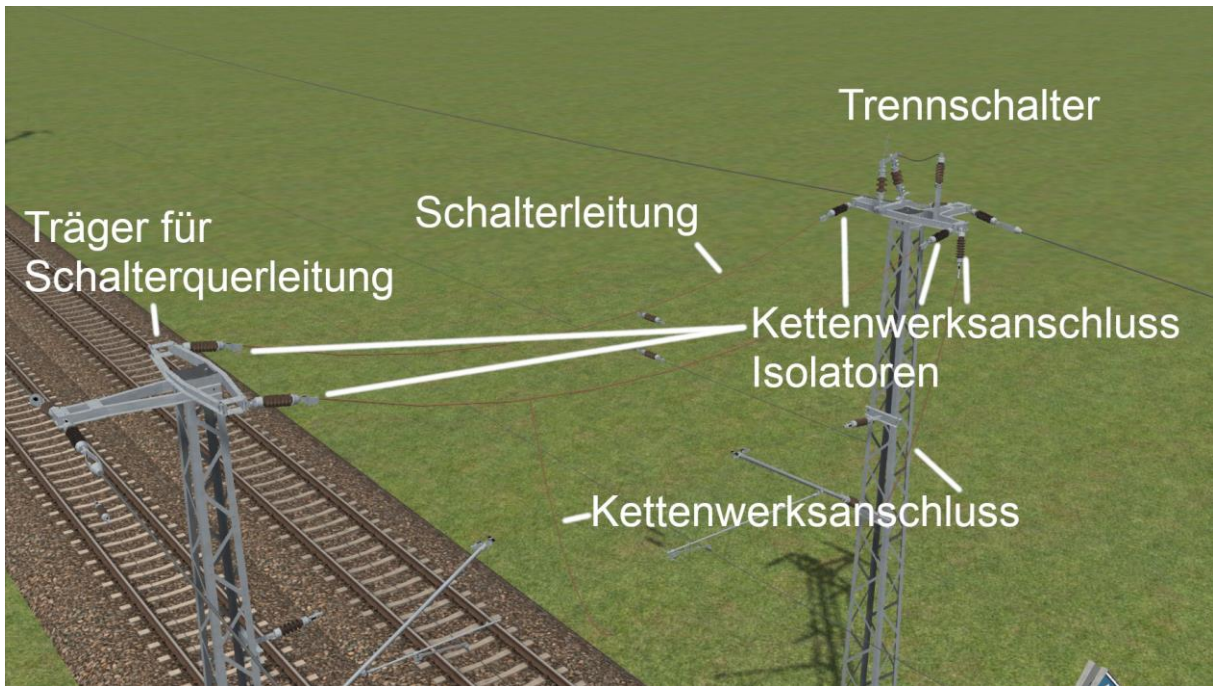


Abbildung 13 - Schalterquerleitung

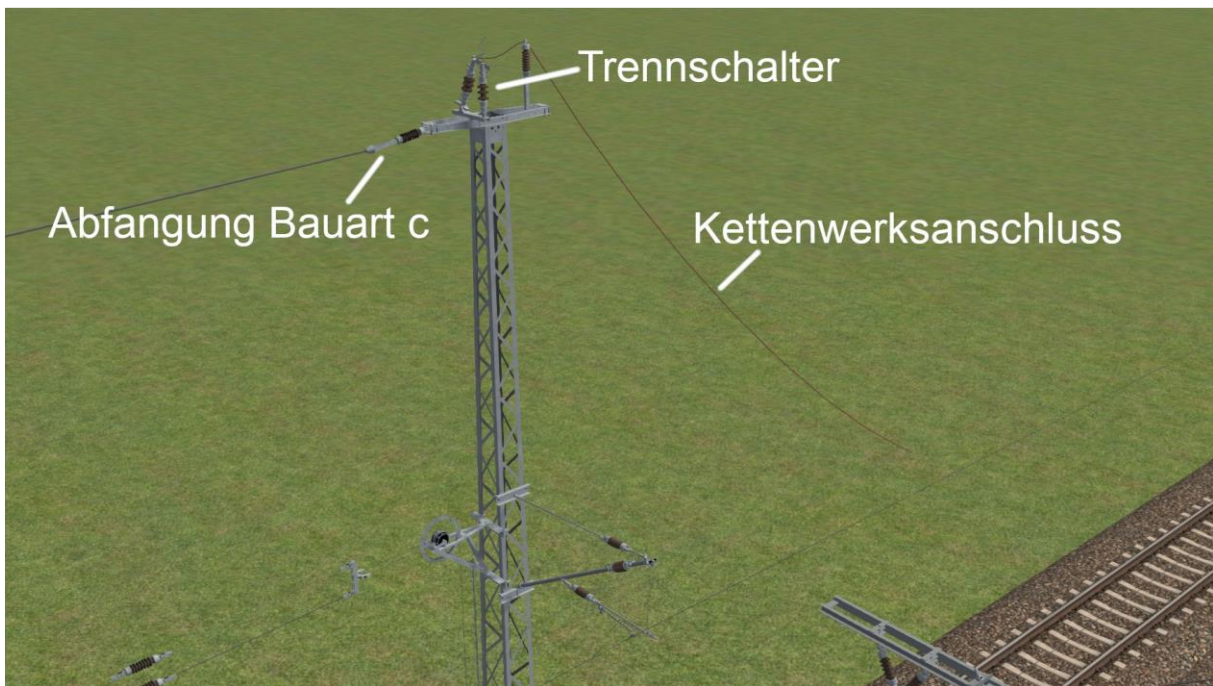


Abbildung 14 - Abfangung/Einspeisung einer Speiseleitung

2.3.3. Isolatoren

Isolatoren minimieren die Gefahren beim Betrieb elektrischer Bahnsysteme, indem sie die stromführenden Bauteile von den geerdeten Bauteilen isolieren. An den vorhandenen Auslegern und den Stützpunkten in Quertragwerken sind diese standardmäßig bereits verbaut. Für die Verwendung in Kettenwerken und zur Darstellung der einzelnen Schaltbereiche in Bahnhöfen sind separate Objekte vorhanden. Die flache Seite der Isolatorschirme sollte im Regelfall der stromführenden Seite zugewandt sein!

Tabelle 16 - Übersicht und Verwendung

Bezeichnung	Beschreibung und Verwendung
Stabisolator 25 kV	Stabisolator mit Keilendklemmen für Streckentrennungen, Streckentrenner, Ankerseile und Isolation von Kettenwerken (bspw. am Radspanner oder bei Bogenabzügen)
Festpunkt Stabisolator 25 kV	Verwendung an Festpunkt Stützpunkten in Quertragwerken Snapping Tool verwendbar
Stabisolator 25 kV Bahnsteig	Verwendung an Auslegern an Bahnsteigen Snapping Tool verwendbar
Stabisolator 25 kV BH1400	Stabisolatoren zur Verwendung in Quertragwerken mit SPOR Stützpunkten der Bauhöhe 1400mm
Stabisolator 25 kV BH2000	Stabisolatoren zur Verwendung in Quertragwerken mit SPOR Stützpunkten der Bauhöhe 2000mm
Stabisolator 25 kV unt Richt	Stabisolatoren zur Verwendung in Quertragwerken mit GOR Stützpunkten für das untere Richtseil

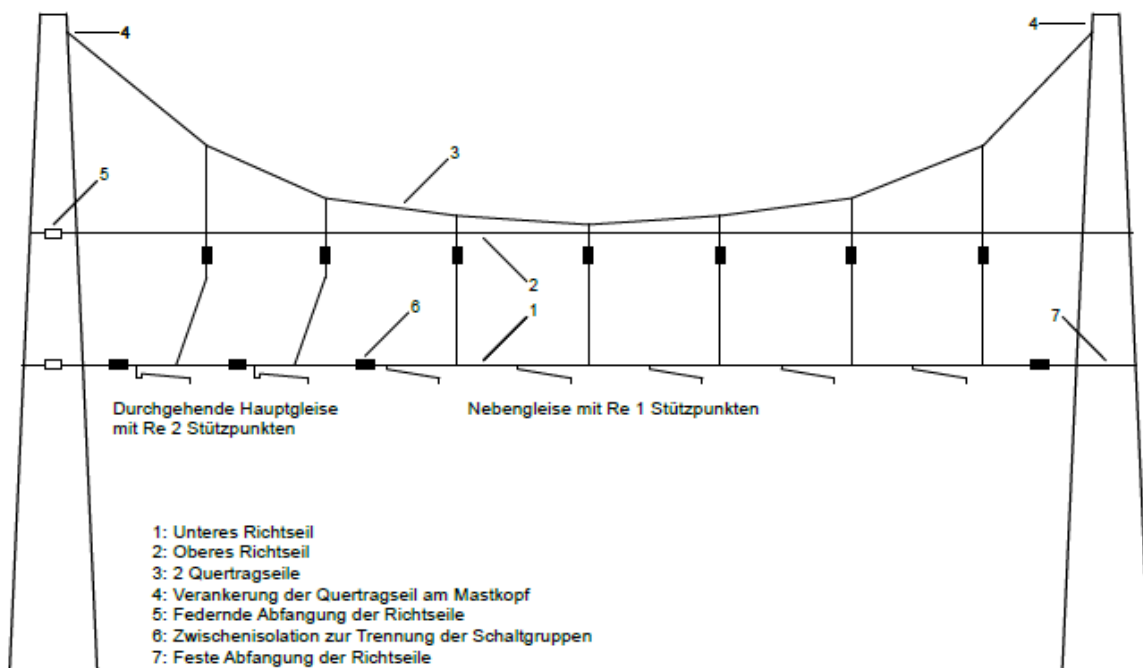
3. Quertragwerke

Zur Überspannung von großen Gleisbereichen mit Oberleitung werden in Bahnhöfen Quertragwerke genutzt. Diese Lösung kommt aber auch bei beengten Platzverhältnissen, wie in Weichenbereichen, oder bei der parallelen Führung von mehr als zwei Streckengleisen vor.

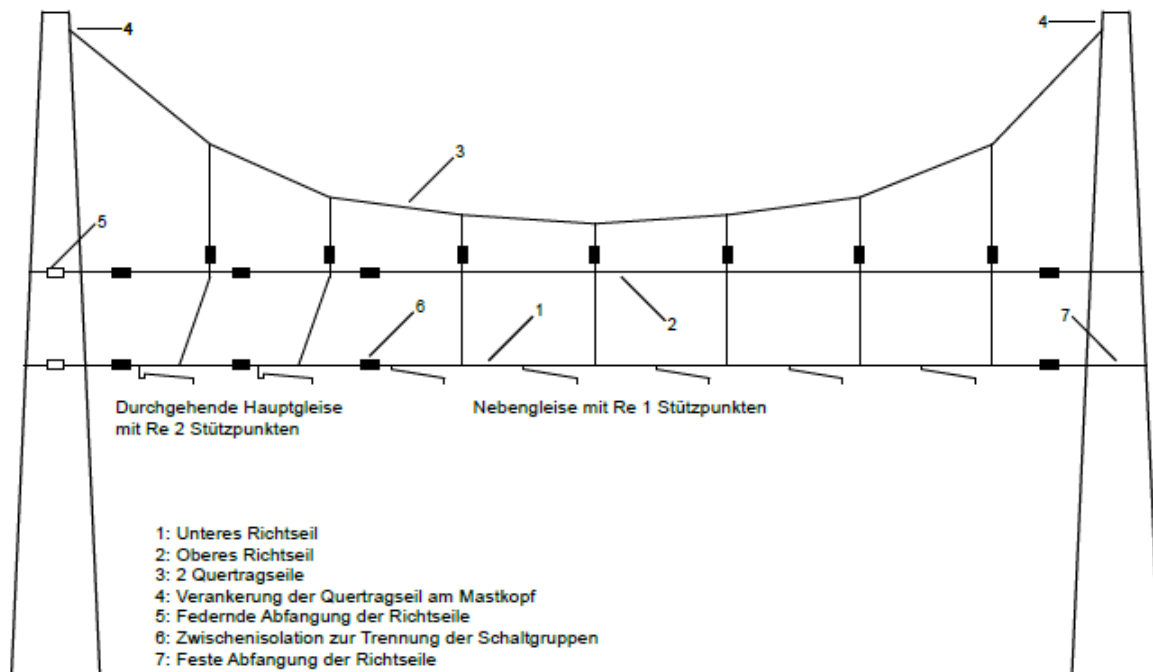
3.1. Allgemeiner Aufbau

Der grundlegende konstruktive Aufbau von Quertragwerken ist immer gleich. Zwischen zwei Winkelmasten werden zwei Richtseile gespannt. In diesen Richtseilen werden die Stützpunkte zur Aufhängung des Kettenwerkes montiert. Zur Gewährleistung der Stabilität werden die Stützpunkte zusätzlich nach oben hin mit den dort verlaufenden Quertragseilen verbunden, die die Hauptlast der Kettenwerks, sowie der Richtseile und Stützpunkte aufnehmen. Diese werden dafür am Mastkopf nach Möglichkeit auf gleicher Höhe montiert. Die zwei Formen der Quertragwerke unterscheiden sich in der Art der Isolierung des oberen Richtseils.

Quertragwerk mit geerdetem oberem Richtseil



Quertragwerk mit spannungsführendem oberem Richtseil



Nachfolgend werden die wichtigsten Abkürzungen im Zusammenhang mit Quertragwerken erläutert.

Tabelle 17 - Abkürzungen der Bezeichnungen für Quertragwerke

Abkürzung	Bedeutung
QW	Präfix Quertragwerk
GOR	geerdetes oberes Richtseil
SPOR	spannungsführendes oberes Richtseil
AF	feste Richtseilabfangung
AFd	federnde Richtsteilabfangung
12,50	Masthöhe
BH	Bauhöhe in mm (Abstand zwischen oberem und unterem Richtseil)
QTK	Quertragseilklemme
Queranker	Verankerung des Querseils am Mastkopf
QWg	Stützpunkt bei GOR
QWs	Stützpunkt bei SPOR
st	Standard-Stützpunkt
bg	Stützpunkt im Bogen
FP	Stützpunkt mit Festpunkt
strn	Stützpunkt für Streckentrennungen
nspn	Stützpunkt für Nachspannungen
BS	Belastungsstützpunkte

3.2. Leitfaden für das Erstellen von Quertragwerken

Bei der Anwendung der DR-M Fahrleitung auf fiktive Strecken kann diese Anleitung Schritt für Schritt befolgt werden. Sollen jedoch real bereits existierende Strecken nachgebildet werden ist es möglich, dass aufgrund von Sonderregelungen die hier aufgeführten Regeln nicht mehr für die vorherrschende Situation passen.

Schritt 1 – Mastauswahl

Als aller erstes sollten die Masten für das zu errichtende Quertragwerk ausgesucht und dann platziert werden. Die Auswahl richtet sich vor allem nach der umzusetzenden Spannweite. Werden am Mastkopf noch Speiseleitungen an der zur Gleis gewandten Seite geführt sind in der Regel auf die eigentliche Masthöhe noch mindestens 2 Meter aufzuschlagen.

Tabelle 18 - Auswahl der Masthöhe für Quertragwerke

Spannweite	Masthöhe
sehr kleine Spannweite	10,00 m
bis 25m	12,50 m
25 bis 40 m	14,00 m
40 bis 55 m	16,00 m
55 bis 70 m	18,00 m
65 bis 80 m	20,00 m

Ein Verschieben der Masten an ihren endgültigen Standort geschieht erst im folgenden Schritt! Es empfiehlt sich die Masten zunächst mit der Ausrichtung am Gleis möglichst überlappend zu platzieren.

Schritt 2 – Abfangung der Richtseile

Die Richtseile werden am Mast abgefangen. Um der temperaturbedingten Längenausdehnung entgegenzuwirken, wird eine Seite fest abgefangen, die andere dagegen mit einer Feder. In der Gerade wird immer abwechselnd eine Seite des Tragwerks mittels Feder abgefangen und eine Seite fest. Im Bogen kann von diesem Muster abgewichen werden. Die Bauhöhe der Abfangungen ist abhängig von der Bauart des oberen Richtseils und der Systemhöhe der Stützpunkte.

Die nachfolgende Tabelle wird von links nach rechts abgearbeitet. Je nach Standort des Quertragwerkes wird unterschieden in freie Strecke oder Bahnhof. Auf der freien Strecke werden geringere Systemhöhen für die Stützpunkte verwendet als im Bahnhof. Entsprechend unterscheiden sich für GOR und SPOR die Bauhöhen der Abfangungen.

Tabelle 19 - Ermittlung der Bauhöhe für die Abfangung von Richtseilen

Ort des Einbaus	oberes Richtseil	Systemhöhe der Stützpunkte	Bauhöhe der Abfangung
freie Strecke	SPOR	1400 mm	1400 mm
	GOR	1400 mm	1750 mm
Bahnhof	SPOR	2000 mm	2000 mm
	GOR	2000 mm	2350 mm

Das obere Richtseil ist **immer** als spannungsführend (SPOR) auszuführen, wenn:

- der Bogenradius ≤ 800 m beträgt
- eine Tragseilklemme eine sehr starke Neigung hat infolge von Kurvenzug
- sich eine Streckentrennung im Quertragwerk befindet

Ausgehend von den ermittelten Bauhöhen werden nun die Bauteile der Abfangung an den bereits im Gleis aufgestellten Masten positioniert. Erst jetzt sollten beide Objekte zusammen verschoben werden anhand der objektigen Achsen, sodass eine lotrechte Führung der Richtseile zur Gleisachse gewährleistet wird. Die Lofts der Richtseile können dann im Anschluss platziert werden.

Tabelle 20 - Auswahl der Richtseile anhand der Spannweite

Spannweite	Richtseil
bis 50 m	Bronzeseil 50 mm ²
50 bis 60 m	Bronzeseil 70 mm ²
mehr als 60 m	Bronzeseil 120 mm ²

Schritt 3 – Stützpunkte auswählen und platzieren

Die Stützpunkte „QW1“ und „QW2“ werden abhängig zur Entfernung zum Festpunkt verwendet. Die Auswahl der Kürzel ist ansonsten identisch zu den normalen Auslegern der jeweiligen Bauart. Stützpunkte für Nachspannung und Streckentrennungen können in beiden Varianten verwendet werden.

Stützpunktart	Stelle im Quertragwerk nach einem Festpunkt
QW1	1-3 Stützpunkte
QW2	> 3 Stützpunkte

Hinweis: Die Nachbildung der verschiedenen QW2 Varianten würde das Objektpaket deutlich aufblähen und wurde daher nur für einige wenige Stützpunkte umgesetzt.

Schritt 4 – Quertragseilklemmen

Quertragseilklemmen (QTK) stellen eine mechanische Verbindung vom Stützpunkt zu den Quertragseilen her. Die Querseile tragen die gesamte Last der Stützpunkte, Richtseile und des Kettenwerks. Die Klemmen werden mittels Snappingpoint an den oberen Isolator der Stützpunkte gebracht und enthalten das Verbindungsstück zum Isolator (Keilendklemme), das Verbindungsseil und die Aufhängung in den Quertragseilen.

Um die Länge der QTK zu bestimmen kann das Objekt „DRM Re0 Quertragwerk-schablone“ helfen. Diese muss entsprechend proportional auf die Breite zwischen den begrenzenden Masten skaliert werden.

Liegen zwei Stützpunkt nah beieinander – bspw. über Weichen – sind die festen Größen der QTK Objekte hinderlich. Es ist daher auch möglich aus Einzelteilen die QTK zusammensetzen. Folgender Ablauf wird empfohlen:

1. „DRM Re0 QTK Keilendkl. Einzeln“ an den Stützpunkt snappen
2. „DRM Re0 QTK x,xx m Einzeln“ ebenfalls an den Stützpunkt snappen
3. „DRM Re0 QTK x,xx m Einzeln“ passend in der Höhe verschieben, hierzu ist es sinnvoll zuvor das Querseil einzuziehen als Orientierung für die notwendige Höhe

Schritt 5 – Verankerung und Einbau der Querseile

Die Querseile werden am Mastkopf abgefangen. Hierzu wird das Objekt „DRM Re0 QW Verank. Querseil“ an den Mastkopf gesnappt. Der Pfeil ist eine Hilfe für das Eindrehen zur ersten QTK. Für die Verankerung unterhalb des Mastkopfes gibt es einen Zusatzhalter, der manuell in der gewünschten Höhe platziert wird. Das Objekt „DRM Re0 QW Verank. Querseil“ kann in diesem Fall dann an den Zusatzhalter gesnappt werden.

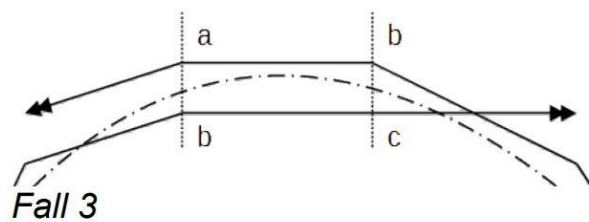
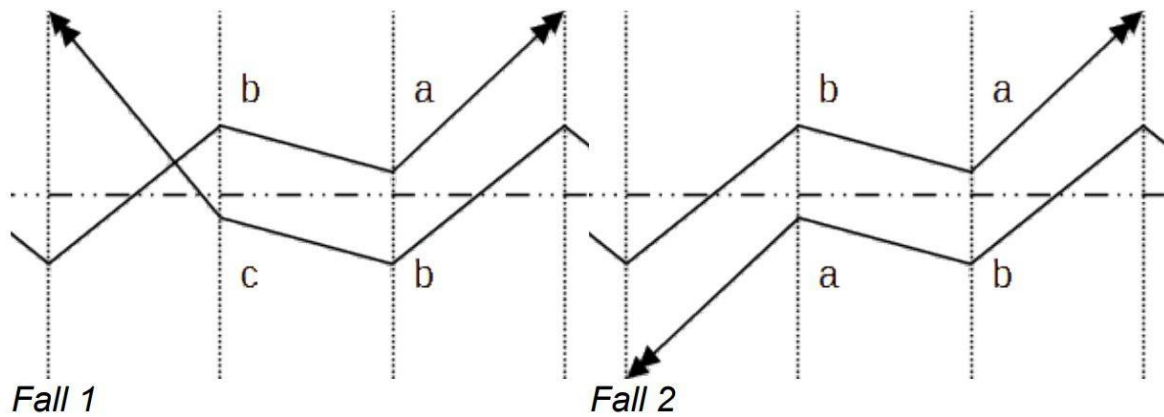
Die beiden Querseile müssen einzeln von QTK zu QTK eingebaut werden. Bis zu einer Spannweite von 70 m wird das „Bronzeseil 70 mm²“ verwendet. Darüberhinausgehend kommt das „Bronzeseil 120 mm²“ zur Anwendung.

Schritt 6 – Zwischenisolation manuell platzieren

Zwischen den einzelnen Schaltgruppen der Fahrleitung müssen Isolatoren in die Richtseile eingebaut werden. Bei GOR wird ein Isolator in das untere Richtseil eingebaut. Bei SPOR müssen zwei Isolatoren jeweils in beide Richtseile eingebaut werden. Die durchgehenden Hauptgleise bilden dabei immer einzelne Schaltgruppen. In Nebengleisen werden Gleisbündel zu Schaltgruppen zusammengefasst. Eine Übersicht dazu bieten die eingangs dargestellten Zeichnungen für Quertragwerke in GOR und SPOR Bauweise. Zur Vereinfachung des Einbaus liegen dem Paket auf die Schienenoberkante abgestimmte Objekte bei, die den Einbau der Isolatoren vereinfachen und alle Bauhöhen der Quertragwerke abdecken. So kann bspw. das Objekt „DRM Re0 Stabisolator 25 kV unt Richt“ zum schnellen Einbau in einem GOR genutzt werden.

3.3. Streckentrennungen in Quertragwerken

Alle Streckentrennungen werden bei SPOR ausgeführt. Hierzu werden die Stützpunkte „strn a, b, c“ verwendet. Die Abbildungen visualisieren die Verwendung der Bauarten.



- Fall 1 = Gleiche Abspannrichtung
- Fall 2 = Unterschiedliche Abspannrichtung
- Fall 3 = Gleiche Abspannrichtung im Bogen

Bei Fall 3 muss der grüne Pfeil des Stützpunktes „a“ auf dem Pfeil des Stützpunktes „b“ liegen. Die Neigung der Laschen und Trageilklemmen hängt in allen Fällen von der Zugrichtung des Kettenwerks ab.

3.4. Sonderformen bei Quertragwerken

Die bisher behandelten Fälle der Quertragwerke basieren darauf, dass keine Bahnsteigdächer die Führung der Richtseile behindern oder ein Höhenunterschied zwischen den Gleisen eine separate Führung erfordert. Für diese Fälle werden nachfolgend Anwendungsbeispiele gegeben und Hinweise zur Konstruktion.

3.4.1. Quertragwerk mit abgesetzten Richtseilen

Ab einem Höhenunterschied von $\geq 0,5$ m zwischen der Schienenoberkante wird eine Hängestütze eingebaut. Kleinere Höhenunterschiede werden in der Realität konstruktiv ausgeglichen. Mit diesem System sind entsprechend kleine Höhenunterschiede im Train Simulator nicht so einfach vorbildgerecht umsetzbar.

Das oberste Richtseil wird über eine zusätzliche Abfangung an der Hängestütze abgefangen. Hierzu wird das Objekt „DRM Re0 QW AF Endverankerung“ verwendet. Diese sollte auf die benötigte Höhe entlang der z-Achse verschoben werden.

Die Hängestütze „DRM Re0 QW HS L = 2000 mm“ wird passend skaliert. Der Skalierungsfaktor kann über „ $x = BH / 2000$ “ berechnet werden. Die Abfangungen der Richtseile „DRM Re0 QW HS AF“ müssen auf den entsprechenden Höhen angebaut werden. Hierzu dienen Snappingpoints. Achtung – dieser wird nicht mit skaliert!

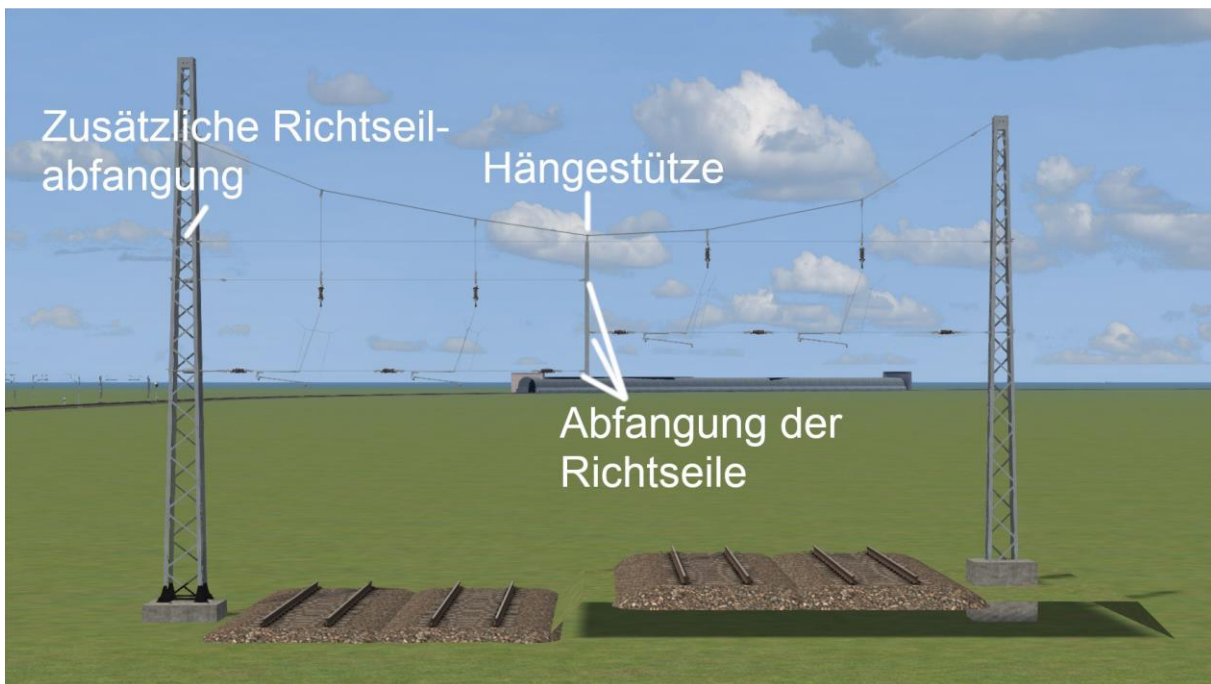


Abbildung 15 - Quertragwerk mit abgesetztem Richtseil

3.4.2. Besondere Stützpunkte

Auch in Quertragwerken gibt es besondere Stützpunkte. Die jeweilige Verwendung wird mit den nachfolgenden Bildern dargestellt.

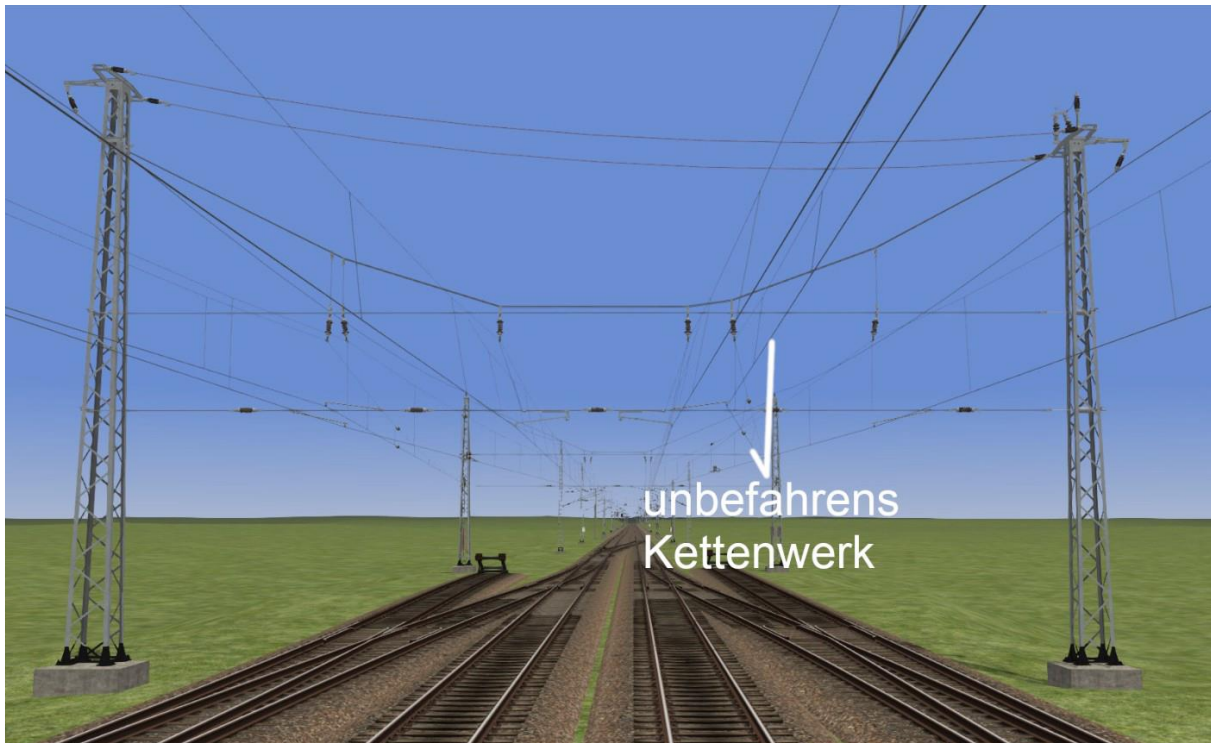


Abbildung 16 - unbefahrenes Kettenwerk bei GOR

Für die Aus- und Einfädung des Kettenwerks muss auch bei GOR Quertragwerken der Fahrdrabt über das untere Richtseil geführt werden. Dazu dienen die Stützpunkte „Re0 QWg nspn ...“.

Bei historischen Bahnsteigdächern kommt es gelegentlich zu Konflikten bei der Führung des unteren Richtseils durch die Höhe der Dachkonstruktion. In diesen Fällen wird eine Sonderkonstruktion geschaffen ähnlich den Hängestützen. Entweder wird das untere Richtseil separat mittig im Quertragwerk abgefangen oder durch den Einsatz von Hängestützen und einem zusätzlichen oberen Richtseil, welches die Stabilität des Quertragwerkes gewährleistet. Dargestellt wird der Fall unter Nutzung von Hängestützen mit den dafür vorgesehenen Sonderauslegern bei Bahnsteigen. Sie sind erkennbar durch den Zusatz „bstg“ in der Objektbezeichnung.

Auch Werksbahnen verfügten in der DDR über ausgedehnte Gleisanlagen. Zur Elektrifizierung kam hier die Re1 Einfachfahrleitung zur Anwendung. Diese besitzt daher ebenfalls Stützpunkt für Quertragwerke. Näheres zur Ausführung wird in Kapitel 6.2 beschrieben.

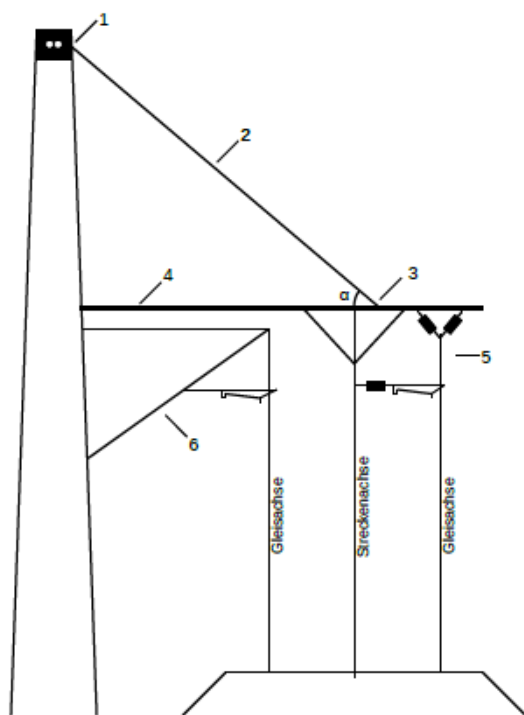


Abbildung 17 - verkürzte Schutzstrecke in einem Quertragwerk

In seltenen Fällen können durch die Trassierungsparameter der Strecke Schutzstrecken nicht über die Regelausführung gewährleistet werden. Dies ist insbesondere im innerstädtischen Bereich der Fall durch die enge Bebauung und Trassierung der Gleise. Prominente Beispiele lassen sich vor allem im Berliner Raum finden. In der Regel sind diese mittlerweile durch Umbauten beseitigt worden, aber in alten Führerstandsmitfahrten und auf Fotos sind sie weiterhin nachvollziehbar. (siehe dazu: Ostkreuz oder Karower Kreuz)

4. Ausleger über 2 und mehr Gleise

Der Ausleger über 2 Gleise „Aü2G“ wird dann errichtet, wenn nur auf einer Seite neben der Gleisachse Platz für einen Mast vorhanden ist. Er besteht aus mehreren manuell zu platzierenden Objekten und ist in seiner Konstruktion mit den Quertragwerken mit am aufwändigsten. Zur Vereinfachung und weiterhin vollen Flexibilität beim Einsatz der bestehenden Objekte wurde die bisherige Variante um einen Bausatz erweitert. Die folgende Skizze erklärt den allgemeinen Aufbau.



Ausleger über 2 Gleise

- 1: „DRM Re0 QW Verank. Querseil“
- 2: „DRM Richtseil/Quertragseil Bronzeseil 70 mm²“
- 3: „DRM Re0 Befest. Aü2G“
- 4: „DRM Ausleger über 2 Gleise“ (Loft)
- 5: „DRM Re2 Aü2G ...“
- 6: Sonstige Ausleger + Befestigungsteile

Der Winkel α sollte größer als 65° sein.
Die Länge des Auslegers (4) sollte durch 7 teilbar sein, da die Streben in 0,7 m Abstand platziert werden.

4.1. Basisvariante mit Spline

Die Basisvariante ist insbesondere dann zu nutzen, wenn bspw. vom Standard abweichende Aü2G erstellt werden. Mithilfe der Splines ist hierbei eine große Flexibilität gegeben.

Es empfiehlt sich zunächst den Winkelmast zu platzieren. Bei zwei Gleisen ist dies in der Regel ein Winkelmast der Höhe 12,50 Meter. Es sind aber auch Ausleger über mehr als zwei Gleise möglich, die dann einen höheren Mast erfordern. Entscheidend ist die Länge des Aü2G Auslegers (4). Die Verwendung eines höheren Mastes kann ebenfalls nötig sein, wenn die Speiseleitung am gleichen Mast geführt wird.

Ist der Mast im korrekten Abstand zur Gleisachse aufgestellt, wird der Spline für den Auslegerarm gelegt. Dieser muss manuell an den Mast geschoben werden. Zur Ermittlung der Höhe empfiehlt es sich nun bereits den Ausleger „DRM Re2 Aü2G“ zu platzieren, um den Auslegerarm in die dafür vorgesehene Halterung einzupassen. Erst danach sollten die weiteren Bauteile, wie die Befestigung als Gegenstück zur Verankerung der Querseile, platziert werden. Die Befestigungsobjekte können mittels snapping Tool an den Ausleger platziert werden.

4.2. Bausatzvariante

Soll der Ausleger ohne Splines erstellt werden, so können die Befestigungsteile unter „DRM Re0 Bf Aü2G ...“ genutzt werden. In dieser Bausatzvariante besteht der Ausleger aus einer Masthalterung (bspw. DRM Re0 Bf Aü2G AW G 12,50) und einem unterschiedlichen langen Mastzusatz (bspw. DRM Re0 Bf Aü2G 4,5), der mittels Snapping Point an die Masthalterung angebaut wird. Für die Winkelmasten mit 12,50m und 14,00m Höhe beträgt die Basislänge der Masthalterung 2m. Für alle größeren Höhen sind 3m zu berücksichtigen. Soll also ein 10m langer Aü2G ab MVK gebaut werden, so benötigt man bei einem 12,50m hohen Winkelmast ein 8m langes Anbaustück.

Die Anbaustücke und auch die Masthalterung befinden sich bereits in der korrekten Höhe für den Einbau der Hängestützen. Außerdem ist die Halterung am Mast deutlich detaillierter und damit näher am Vorbild. Ein großer Vorteil dieser Variante!

5. Schutzstrecken

Da die Fahrleitung der DR oftmals aus dem Fremdstromnetz gespeist wurde, waren die verschiedenen Speisebezirke nicht Phasensynchron. Das bedeutet, die Abschnitte müssen elektrisch voneinander getrennt werden. Dazu wird eine Schutzstrecke benötigt. Die Schutzstrecke verfügt über ein neutrales Stück Kettenwerk, dass zwischen den beiden Speisebezirken eingespannt wird. Die Schutzstrecke kann nicht mit eingeschaltetem Hauptschalter befahren werden, da sonst die unterschiedlichen Bezirke überbrückt wären und es zu einem Kurzschluss kommen würde. In Sonderfällen waren die Trennschalter der Schutzstrecke dennoch geschlossen:

1. ein Umformerwerk fiel aus und musste von einem benachbarten Speisebezirk versorgt werden
2. durch Bauarbeiten oder Störungen eines Streckenteils konnte keine Stromversorgung hergestellt werden
3. Die Umformer der Speisebezirke liefen Phasensynchron. Dies wurde versuchsweise durchgeführt

Vor und hinter der Schutzstrecke werden EI 1 und EI 2 errichtet. Diese sind, wenn die Schutzstrecke mit Trennschaltern ausgerüstet sind, als schaltbare Ausführung zu verbauen. Das EI Signal wird laut DR-M 25 Zeichnungswerk 3 m vor dem ersten Mast der Schutzstrecke errichtet. Hierbei ist der anschließende Sichtkeil zur Wahrung der Sichtbarkeit der Signale zu beachten! Dies ist insbesondere daher wichtig, da in der DDR kein Signal EI 1v existierte zur Ankündigung entsprechender Schutzstrecken!

Wenn die EI-Signale von virtualRailroads installiert sind, so können für die statischen Objekte auf der Strecke Hilfsmarker gesetzt werden. Diese sind nur im Editor sichtbar und übernehmen die identische skriptbasierte Funktion für die ExpertLine Fahrzeuge.

5.1. Regelausführung

Die Regelausführung sieht eine 4-Feldrige Schutzstrecke mit 60-70 m langem neutralen Stück vor. Als Referenz kann diese Schutzstrecke genommen werden:

<https://youtu.be/p03bxfUAQ5U?t=11256>

Im Video ist die Schutzstrecke zwischen Schwaan und Rostock zu sehen.

Fahrdrahtseitenverschiebung in der Geraden

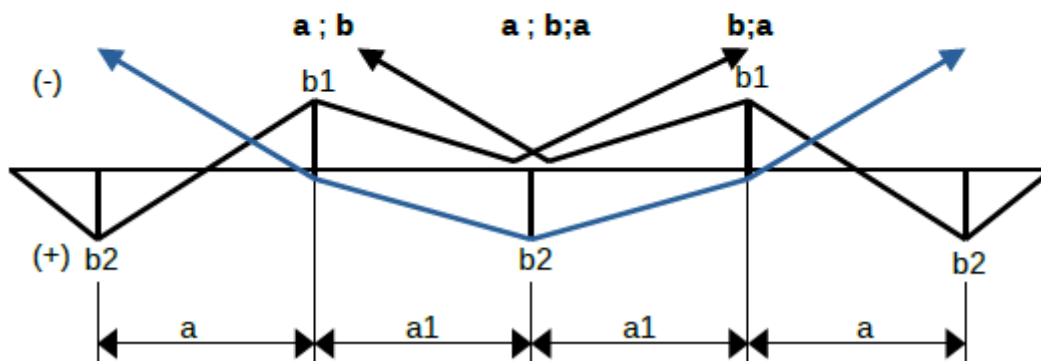
Schutzstrecke

b_1, b_2 = Seitenverschiebung am Ausleger

a, a_1 = Längsspannweite

a, b, c, d = Auslegerkürzel

blau = Neutrales Stück



Fahrdrahtseitenverschiebung im Bogen

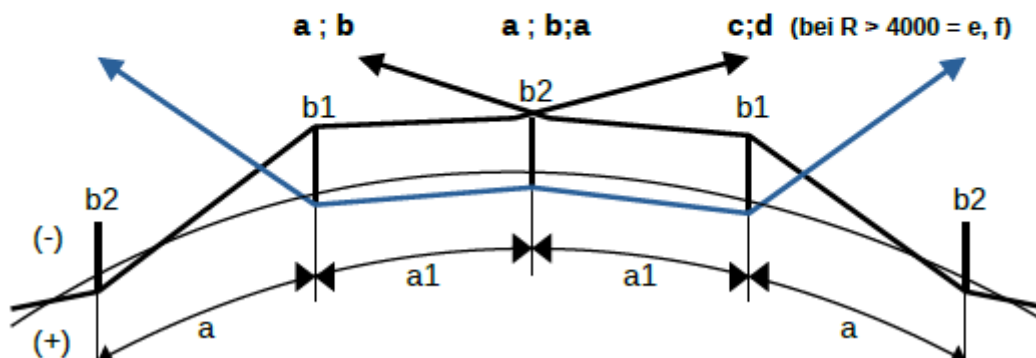
Schutzstrecke

b_1, b_2 = Seitenverschiebung am Ausleger

a, a_1 = Längsspannweite

a, b, c, d = Auslegerkürzel

blau = Neutrales Stück



5.2. Verkürzte Schutzstrecke (VSS)

Die Verkürzte Schutzstrecke ist eine günstigere Alternative zur Regelschutzstrecke. Sie hat eine insgesamt Wirksame Länge von 7,0 m und kann im Gegensatz zur Regelschutzstrecke nicht durchgeschaltet werden. Die VSS kann bis zu einem Bogenradius von 180 m errichtet werden. Die Schutzstrecke besteht aus zwei Streckentrennern „DRM Re0 Streckentrenner für Verkürzte Schutzstrecke“, Tragseilisolation, einer Aufhängung und einem Ausleger. Die beiden Streckentrenner werden etwa 2,0 m vor bzw. hinter dem Ausleger ins Kettenwerk eingebaut. Die Aufhängung der Streckentrenner und der Isolation können mittels Snappingpoint an die ungefähre Stelle gebracht werden. Die maximal befahrbare Geschwindigkeit der VSS beträgt 140 km/h. Eine VSS darf sich niemals an Bahnsteigen oder anderen Orten, die durch Kurzschlüsse gefährdet werden könnten, befinden.

Als Referenz kann diese Schutzstrecke genommen werden:

<https://youtu.be/WJU-WV19V0s?t=1842>

Im Video ist die ehemalige VSS im Biesdorfer Kreuz auf dem Berliner Außenring zu sehen.

5.3. Streckentrenner

Bauart 1983

Die offene Seite der Streckentrenner ist in Hauptfahrrichtung anzuordnen. Der Tragseilisolator kann mittels Snappingpoint eingebaut werden. Die Node für die Aufhängung wird etwa 0,5 m von der anderen Node aus angeordnet, da sonst die Aufhängung nicht korrekt dargestellt werden kann.

Streckentrenner mit Isolierstäben

Der Streckentrenner kann mit maximal 140 km/h befahren werden. Auch hier muss Tragseilisolation und Aufhängung einbaut werden. Hierbei gilt das gleiche vorgehen wie beim Streckentrenner Bauart 1983.

6. Sonstige Bestandteile und Einbauhinweise

Einige Aspekte wurden bisher nur grundlegend behandelt. Nachfolgend werden besondere Inhalte der DR-M betrachtet, die für eine realitätsnahe Verwendung dieser Oberleitung ebenfalls zu beachten sind.

6.1. Einbau von Masten in Quertragwerken

Quertragwerke wurden bei der Reichsbahn immer mit Winkelmasten erbaut. Bisher beschrieben wurde die Erstellung mit AW und EW. Weiterhin gibt es jedoch noch mehrere Varianten an HM und es gab sogar BWM, die jedoch nicht in diesem Paket umgesetzt wurden. Für HM liegen separate Befestigungsteile für die Richtseile und für die Verankerung der Quertragseile am Mastkopf bei. Diese besitzen dann anstatt einer Meterangabe zur Höhe des Mastes den Hinweis „HM“ in der Abkürzung!

Prominente Beispiele für HM sind in z.B. in Riesa anzutreffen. Ein wesentlicher Vorteil dieser Mastvariante ist die geringere Breite des notwendigen Fundamentes, weshalb auch bei kleineren Gleismittenabständen Quertragwerke eingesetzt werden konnten. Nachfolgend ein Bild aus dem Jahr 2022 mit bereits teilweise veränderter Oberleitungsanlage im Güterbahnhof Riesa.



Abbildung 18 - H-Profil Masten im Bahnhof Riesa (2022)

6.2. Einfachfahrleitung Re1

Die Einfachfahrleitung basiert auf den normalen Auslegern der Re1 Fahrleitung. Entsprechend kann sie auch ohne größere Umbaumaßnahmen aus dieser erstellt werden. Das fehlende durchgehende Tragseil wird bei dieser Bauform durch Hilfstragseile an den Stützpunkten ersetzt.



Abbildung 19 - Re1 Einfachfahrleitung im Quertragwerk

In diesem Paket sind alle Bauteile für die Re1 Einfachfahrleitung mit dem Zusatz „ef“ ausgestattet. Es sind alle notwendigen Stützpunkte für die Nachbildung von Quertragwerken, Auslegern über 2 Gleise und natürlich auch für die freie Strecke enthalten. Auf der verlinkten Führerstandsmitfahrt ist direkt zu Beginn die Werkbahn in Stendell zu sehen, die in großen Teilen nur mit Re1 Einfachfahrleitung elektrifiziert wurde: <https://youtu.be/qG1vxSFmoEw>

6.2.1. Allgemein

Nachfolgend werden nun Einbauhinweise für die gängigen Situationen gegeben.

Die Hilfstragseile sind sowohl als feste Elemente am Stützpunkt vorhanden oder können manuell hinzugefügt werden. Letzteres wird u.a. notwendig, wenn z.B. Streckentrennungen dargestellt werden sollen oder besonders enge Bögen überspannt werden müssen. Hierbei ist dann häufig der Standardwinkel im Bogenstützpunkt nicht ausreichend, sodass ohne eine manuelle Platzierung die fehlerhafte Darstellung der Hilfstragseile unschön ins Auge des Betrachters sticht.

Obwohl die Einfachfahrleitung auf die Anwendung des Tragseils verzichtet, gelten trotzdem auch für diese Bauform die normalen Regeln zu den Längsspannweiten und dem Einbau von Festpunkten.



Abbildung 20 - 2-feldrige Nachspannung mit Einfachfahrleitung

Alle separat platzierbaren Hilfstragseile verfügen über nur im Editor sichtbare Hilfselemente zur einfacheren Auswahl und können mittels Snapping Tool direkt am Stützpunkt platziert werden.

6.2.2. Einzelausleger

Standardmäßig können alle Einzelausleger der Re1 Bauart auch für die Einfachfahrleitung verwendet werden. Einzig die vorgefertigten Ausleger mit dem Zusatz „ef“ besitzen bereits die eingebauten Hilfstragseile. In Weichenbereichen und bei Streckentrennungen müssen grundsätzlich immer die Hilfstragseile manuell platziert werden. Die dafür notwendigen Objekte sind nach Möglichkeit auch in ihrer Benennung direkt zuordbar.

Im Unterschied zwischen freier Strecke und dem Bahnhofsbereich gibt es auch zwei unterschiedlich lange Varianten der Hilfstragseile. Die kurze Variante kommt u.a. bei Auslegern in Nachspannungen und dem Bahnhofsbereich zur Anwendung. Die lange Variante hingegen ist auf der freien Strecke anzutreffen, da sie größere Längsspannweiten zwischen den Auslegern ermöglicht. In Quertragwerken mit einer Systemhöhe

von 2m wird ebenfalls die lange Variante verwendet, wohingegen ab der Systemhöhe von 1,4m nur noch die kurze Variante verwendet wird.

Vorgefertigte Ausleger sind für die Einfachfahrleitung nur für die Längen 2,70 und 3,00 Meter im Set enthalten. Alle weiteren Längen müssen manuell mit den Hilfstragseilen ausgestattet werden. Zur Anwendung kommt in diesen Fällen auch nur die lange Version der Hilfstragseile!

6.2.3. Quertragwerke

Die Stützpunkte von Quertragwerken sind als Basisvariante mit dem Zusatz „(b)“ versehen und besitzen keine Hilfstragseile. Abweichend zur normalen Re1 sind Sowohl die Halterung des Fahrdrabtes als auch das Tragseil standardmäßig mit einem b-Maß von +40 cm ausgestattet. Die Unterteilung in Varianten „st“ und „b“ entsteht somit nur über die Ausführung der Hilfstragseile. Stützpunkte für Nachspannungen bzw. Streckentrennungen besitzen standardmäßig keine Hilfstragseile und müssen daher nachträglich mit diesen ausgestattet werden.

6.2.4. Ausleger über 2 Gleise

Alle Re1 Ausleger für Aü2G können für die Re1 Einfachfahrleitung verwendet werden. Auch die Bogenausleger der Re2 mit 0,00m Auslegerlänge sind dafür vorbereitet. Im nachfolgenden Bild ist zu sehen, dass auch mehrere Ausleger ein gemeinsames Stützrohr verwenden können.

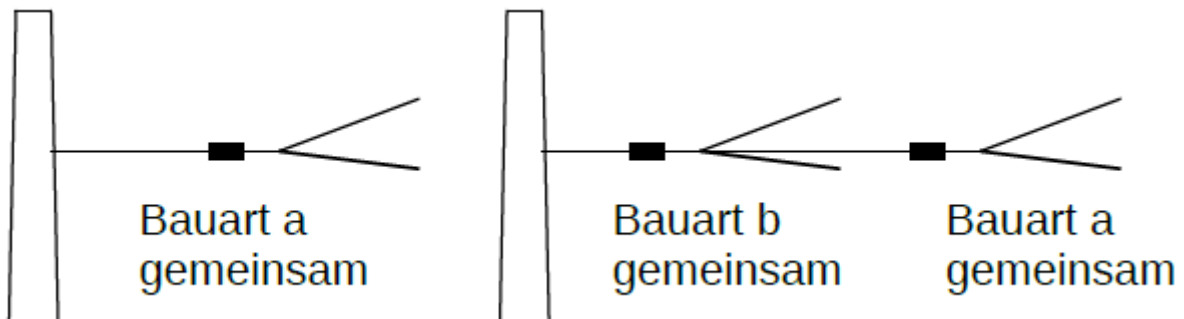


Abbildung 21 - Ausleger über zwei Gleise mit Re1 und Re1 Einfachfahrleitung

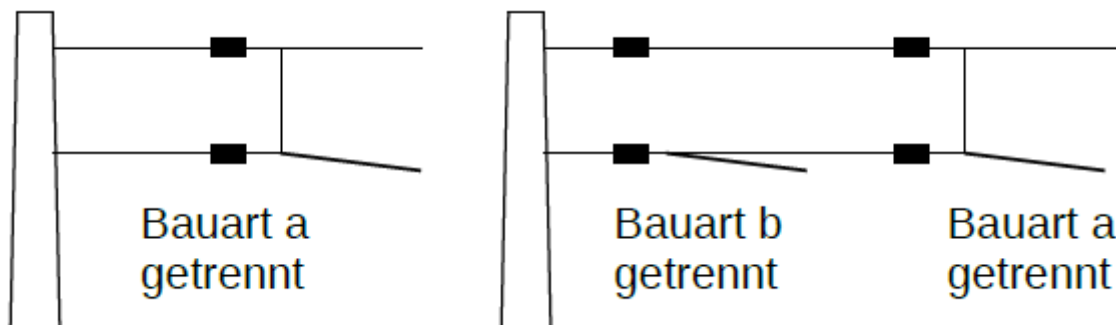
6.3. Bogenabzüge

Bogenabzüge dienen der Herstellung der korrekten Fahrdrathseitenlage. Sie werden überall dort errichtet, wo ein Ausleger zu teuer wäre. Sie haben keinerlei tragende Funktion und können nur auf Zug beansprucht werden. Sie stehen daher immer im bogenäußeren Bereich. Man unterscheidet zwischen zwei Arten von Bogenabzügen:

- Gemeinsam
 - Gemeinsame Bogenabzüge haben eine maximale Systemhöhe von 0,65 m. Das Seil wird über das Loft „Bronzeseil 50 mm²“ gebildet. Die Befestigungsteile müssen auf die passende Höhe verschoben werden



- Getrennt
 - Getrennt Bogenabzüge werden dann verwendet, wenn die Systemhöhe größer als 0,65 m ist. Das Seil wird über das Loft „Bronzeseil 50 mm²“ gebildet. Die Befestigungsteile am Mast müssen auf die passende Höhe verschoben werden (0,8m Höhenunterschied bei Bauart getrennt).



Bogenabzüge sind durch ihre Bauform begrenzt in der Reichweite zwischen Mastverankerung und dem eigentlichen Fahrdrathalter. In der Realität wurden Bogenab-

züge bisher maximal zur Überspannung von bis zu sechs Gleisen eingesetzt. Ein solches Extrembeispiel befindet sich u.a. in Berlin Greifswalder Straße (siehe auch <https://youtu.be/wCacLu28sP0?t=634>). Dort ist dann auch eine Kombination aus den Bauarten getrennt und gemeinsam vorzufinden:

- „BgAb gt c“ ist die kombinierte Version
- „BgAb gt d“ ist die Version eines Bogenabzugs für die Nachspannung vom Fahrdrabt



Abbildung 22 - Bogenabzug an der Greifswalder Straße in Berlin

6.4. Sichtkeil

Der Sichtkeil dient der besseren Sichtbarkeit von Signalen. Er ist ein imaginärer Raum vor einem Signal, der das F_0 -Maß definiert. Zur Berechnung werden mehrere Parameter benötigt:

- SVK = Abstand des Signalschirmes von der Gleismitte
- x = Entfernung vom Signal zum betrachteten Mast

- das Vorzeichen bestimmt den Maststandort vor (+) und hinter (-) dem Signal
- L_{sk} = Länge des Sichtkeils

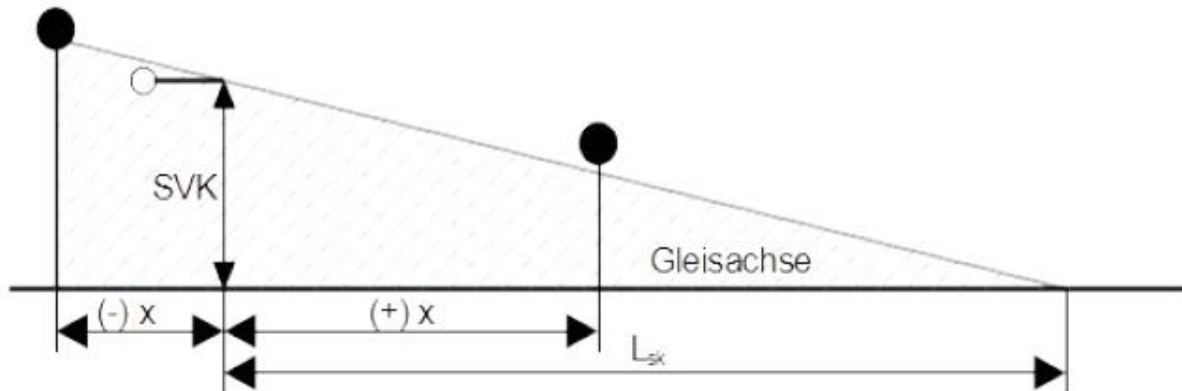


Abbildung 23 - Aufbau des Sichtkeils

Das gesuchte F_0 -Maß wird über die genannten Parameter berechnet. Folgende Gleichungen finden Anwendung zur Ermittlung an der Stelle x :

$$L_{sk} = \frac{10 * V}{3} \text{ für Hauptsignale}$$

$$L_{sk} = \frac{10 * V}{4} \text{ für Vorsignale}$$

$$L_{sk} \geq 200 \text{ m ; } V \text{ in km/h}$$

$$F_0 = \tan^{-1} \left[\tan \left(\frac{2,5 + SVK}{L_{sk} + 150} \right) \right] * [L_{sk} - x]$$

6.5. Stützpunkte unter Bauwerken

Tbd.

6.6. Ausleger im Bogen

Im Außenbogen wird aufgrund der Überhöhung ein längerer Ausleger benötigt. Im Innenbogen wird meist ein 2,70 m Ausleger verwendet, der allerdings nach außen weggeschoben wird.

Den Längenzuschlag ermittelt man über das Lichtraumprofil. Diese muss der Überhöhung entsprechend eingedreht werden. Der Ausleger wird dementsprechend platziert und dann an das passende b-Maß verschoben. So wird die Seitenlage des Fahrdrahtes im Bogen gewährleistet.

Für Ausleger mit einem b₂-Maß von < 0,40 m wird der Ausleger „DRM Re2 x,xx K/L st b“ verwendet.

6.7. Doppelausleger am Mast

Die Ausleger müssen ein wenig gedreht werden, weshalb auf ein Y-Beiseil in den befahrenen Stützpunkten verzichtet wurde.



Abbildung 24 - Schrägstellung der Ausleger

6.8. Weitere Anmerkungen und Einbauhinweise

Das Objekt „DRM Re0 MVK-Maß“ beinhaltet ein Maßband zum Messen des F_0 -Maßes zwischen Gleismitte und der Mastvorderkante. Alle im Paket enthaltenen Maste sind bei Verwendung der Anbauteile für ein MVK Maß von 2,70 m ausgelegt. Ab 1980 wurde dieses Maß auf 3,00 m erhöht. Es lohnt sich daher in mehrerlei Hinsicht die Übersicht der elektrifizierten Strecken in der DDR zu Rate zu ziehen bei der Gestaltung von Vorbildstrecken:

https://de.wikipedia.org/wiki/Chronik_der_Streckenelektrifizierung_der_Deutschen_Reichsbahn_im_Gebiet_der_DDR

Das Lichtraumprofil enthält vier Bereiche:

- Der rote Bereich ist das Lichtraumprofil, in welches keine Objekte ragen dürfen
- Die Zahlen 4–0–4 im oberen Maßband stellen das b-Maß dar und sind wichtig für Ausleger in Bögen und zur Kontrolle der korrekten Lage des Fahrdrahtes bspw. in Weichenbereichen
- Der gelbe Bereich kennzeichnet den Bereich, der mit Schutzvorrichtungen ausgestattet werden muss, sobald er über angrenzende Weg o.Ä. betreten werden kann
- Der graue Bereich dient der Einbauhilfe anderer Maste

Für die Einbauhilfe gibt es außerdem noch eine Hand voll an Abstandsmarkierungen für Maste. Diese heißen: "DRM Re0 Tool 55m r>0900m". Diese sind nur eine Hilfe. In den meisten Fällen müssen die Werte selbst ermittelt werden!

Ausleger mit einem Abstand von mehr als 4,2 m zur Gleismitte würden eigentlich weiter unten am Mast befestigt werden. Aus Gründen der Einfachheit wurde auf dieses Detail verzichtet, da es für alle einen Mehraufwand bedeuten würde. Im Umkehrschluss kann dieses Detail aber bei der Auswahl der korrekten Auslegerlänge helfen.

Danksagung

Danke an meine Beta-Tester aus dem Rail-Sim Forum, die das System auf Herz und Nieren getestet haben.

Giaramses

Drahtesel

143er

Auch danke an, alle die sich die Mühe machen werden, die DR-M Fahrleitung auf ihrer Strecke aufzubauen.

Quellenangabe

<http://www.rbd-breslau.de/> letzter Aufruf: 01.10.2021

Außerdem wurden vereinzelt Werte aus dem DR-M 25 Zeichnungswerk übernommen.

Gute technische Erklärungen sind auch in dem folgenden Foreneintrag nachzulesen:

<https://www.tt-board.de/forum/threads/bahnstromversorgung-und-elektrifizierung-bei-der-dr-und-der-db.22815/>

Rechtliches

Alle Texturen, Bilder oder Grafiken wurden von mir erstellt. Unerlaubtes verbreiten, bearbeiten oder verändern in jeglicher Form ist untersagt und wird bei Missachtung zur Anzeige gebracht.

Copyright © 2023 Maurice Schlorke und Moritz Buckow