

Dokumentation
Fahrleitungsgenerator
Version 1.1



Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	3
Rechtliches.....	4
Haftung.....	4
Urheberschaft.....	4
Autor.....	4
Programm installieren.....	5
Programm starten.....	5
Fahrleitung erzeugen.....	6
Bauart Re100 der DB/DBAG.....	6
Bauart Re160 der DB/DBAG.....	7
Bauart Re200 der DB/DBAG.....	9
Bauart Re200mod der DB/DBAG.....	11
Bauart Re250 der DB/DBAG.....	12
Bauart Re330 der DB/DBAG.....	13
Übergangskette der Bauarten Re250 und Re330 der DB/DBAG.....	13
Bauart Re1 der DR.....	14
Bauart Re2 der DR.....	15
Quertragwerke erzeugen.....	19
Nachspannungen und Streckentrennungen erzeugen.....	25
Spannwerke.....	33
Festpunkte erzeugen.....	34
Sonderfahrleitungen erzeugen.....	37
Bogenabzug erzeugen.....	42
Hochketten mit einem Streckentrenner erzeugen.....	44
Tipps und Kniffe.....	45
Fahrleitungslehren.....	45
Zwischenablage/Clipboard.....	45
Dateinamen von Objekten.....	46
Lage des Fahrdrahtes und des Tragseils an den Stützpunkten.....	46
Lage des Fahrdrahtes in Kurven bzw. Größe der Auslenkung am Stützpunkt.....	49
Lage des Fahrdrahtes bei der Überspannung von einfachen Weichen.....	50
Programm- und Dateiverzeichnisse.....	51
Glossar.....	53
Quellen.....	55

Vorwort

Der vorliegende Fahrdrahtgenerator soll engagierten Loksimmern helfen, mit möglichst geringem Aufwand eine vorbildähnliche Fahrleitungsanlage zu erstellen. Da in der Realität nahezu unendlich viele Varianten zu finden sind, habe ich mich auf die wesentlichen Teile und Abmessungen beschränkt. So lassen sich die entsprechenden Hochketten mit unterschiedlichen Systemhöhen, Spannweiten und seitlichem Versatz (Zickzack) darstellen. Weiterhin sind hierzu passende, komplette Quertragwerke inklusive der Gittermasten und Isolatoren darstellbar. Auch die Darstellung von korrekten Nachspannungen und Streckentrennungen ist möglich.

Die mitgelieferten Objekte können als Vorlage für eigene Objekte dienen, sie sind in erster Linie entstanden, um in Verbindung mit dem Fahrleitungsgenerator ein vollständiges System anzubieten. Es sind auch nicht alle denkbaren Varianten vorhanden, da die Gestaltung einer Fahrleitungsanlage auch immer die örtlichen Gegebenheiten widerspiegelt.

Erstellt wurde die Software mit FreePascal unter Verwendung der IDE Lazarus.

Richtungen sind mit Blickrichtung der aufsteigenden Kilometrierung angegeben. Diese ist hier auch als Baurichtung festgelegt. Das heißt, der Bau beginnt mit Kilometer 0,00. Anregungen und Literaturhinweise sind jederzeit willkommen.

Mein Dank geht an Frieder Cramer und Rainer Ziener für Ihre Zustimmung zur Verwendung Ihrer Texturen.

Mein besonderer Dank geht an Udo Hofmann für seine fachliche Unterstützung zu Fragen des Fahrleitungsbaus.

Auch möchte ich mich bei allen bedanken, die mich bei der Entwicklung des Tools als Ersttester unterstützt haben.

Rechtliches

Es gilt bundesdeutsches Recht.

Haftung

Der Autor dieses Programms haftet nicht für Schäden an Soft- oder Hardware oder Vermögensschäden, die durch das Benutzen des Programms entstehen, es sei denn, diese beruhen auf einem grob fahrlässigen oder vorsätzlichen Handeln des Autors, seiner Erfüllungsgehilfen oder seiner gesetzlichen Vertreter.

Für Schäden an der Gesundheit, dem Körper oder dem Leben des Nutzers haftet der Autor uneingeschränkt. Ebenso haftet er für die Verletzung von Pflichten, die zur Erreichung des Vertragszwecks von besonderer Bedeutung sind.

Urheberschaft

Das vorliegende Programm sowie die mitgelieferten Objekte sind, soweit nicht anderweitig gekennzeichnet, urheberrechtlich geschützt. Für die Verwendung von fremden urheberrechtlich geschützten Werken liegt eine allgemeine oder spezielle Freigabe des Urhebers vor.

Das vorliegende Programm sowie die mitgelieferten Objekte werden zur Zeit ausschließlich über die Website von Ralf Gryga (www.Loksim.de) angeboten und vertrieben. Dies schließt die Weitergabe über die Loksim-CD ein.

Die Verwendung der mitgelieferten Objekte sowie der erzeugten Fahrleitungen unterliegt der 'Loksim-Lizenz'. Diese dürfen frei verwendet und im verbauten Zustand weitergegeben werden.

Eine anderweitige Verbreitung bedarf meiner Zustimmung.

Eine kommerzielle oder gewerbliche Nutzung oder Weiterverbreitung ist ohne meine Einwilligung nicht zulässig.

Autor

Uwe Klein

uwe.klein.mail@gmx.de

Programm installieren

Das Programm wird einfach als Loxsim-Paket über die Loxsim-Oberfläche 'installiert'. Hierbei wird neben dem eigentlichen Programm auch die erforderlichen Objekte und Einzelteile in die entsprechenden Verzeichnisse im Loxsim-Stammverzeichnis geschrieben.

Programm starten

Das Programm ist unter Loxsim/Tools/ukl/ zu finden. Es ist eine einfache EXE-Datei. Eine Verknüpfung auf dem Windows-Desktop ist vom Anwender ggf. selbst zu erstellen. Nach einem erfolgreichen Programmstart ist folgendes Fenster zu sehen:

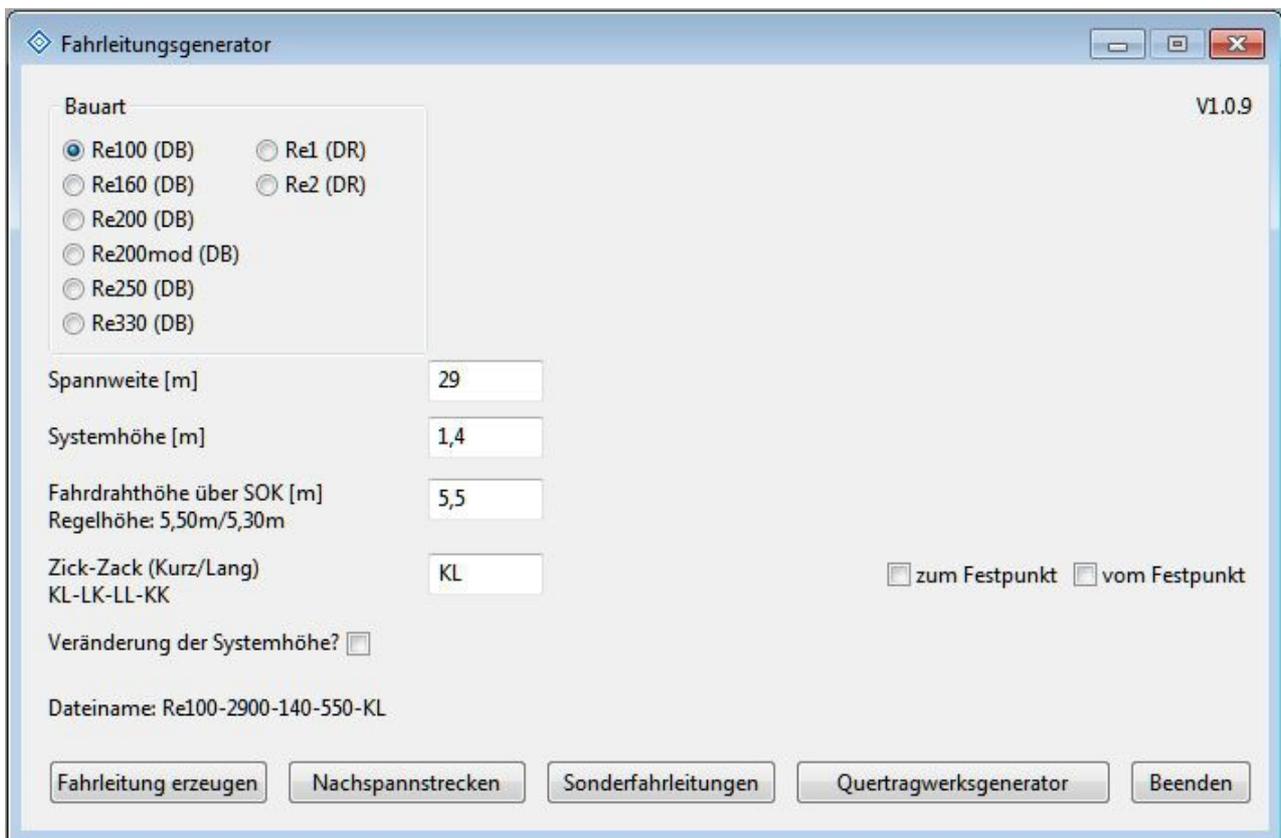


Abbildung 1: Startfenster

In diesem Fenster werden alle für die Erzeugung einer Fahrleitung und deren Zubehör erforderlichen Eingaben gemacht. Die Reihenfolge der Eingabe ist nicht festgelegt.

Mit der Schaltfläche 'Fahrleitung erzeugen' wird die durch die Eingaben beschriebene Fahrleitung erzeugt.

Hinter der Schaltfläche 'Nachspannstrecken' liegt die Eingabemaske für die Erzeugung von Nachspannstrecken und Streckentrennungen.

Die Schaltfläche 'Sonderfahrleitungen' ermöglicht die Erzeugung von speziellen Fahrleitungen beispielsweise Fahrleitungen mit Höhenänderung oder ähnlichen.

Hinter der Schaltfläche 'Quertragwerke' liegt die Eingabemaske für die Erzeugung von kompletten Quertragwerken.

Fahrleitung erzeugen

Um eine Fahrleitung zu erzeugen wird zuerst die Fahrleitungsbauart festgelegt. Dies geschieht durch einfaches anklicken des entsprechenden Eintrages.

Bauart Re100 der DB/DBAG



Abbildung 2: Bauartfestlegung

Voreingestellt ist die Bauart Re100 der DB/DBAG. Diese Bauart wird zur Zeit in Loksим allgemein dargestellt. Das typische Kennzeichen dieser Bauart ist das Fehlen von Beiseilen und die Systemhöhe von 1,40 m. Die Höchstgeschwindigkeit für diese Bauart beträgt 100km/h. Die kürzeste Spannweite beträgt 33,40 m.



Abbildung 3: Re100

Weitere zur Zeit verfügbare Bauarten sind:

Bauart Re160 der DB/DBAG

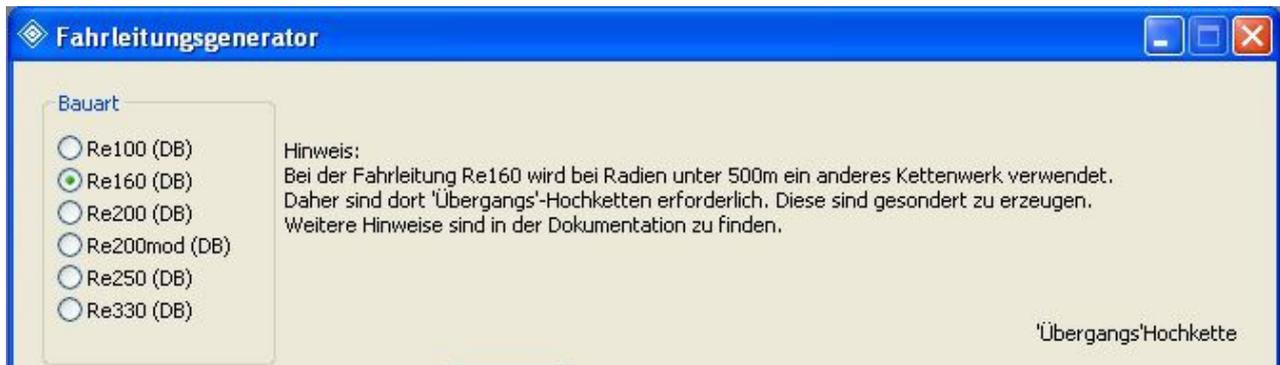


Abbildung 4: Bauart Re160

Die Bauart Re160 der DB/DBAG ist durch die Verwendung von Beiseilen sowie einer Systemhöhe von 1,80 m gekennzeichnet. Die Höchstgeschwindigkeit für diese Bauart beträgt 160km/h.

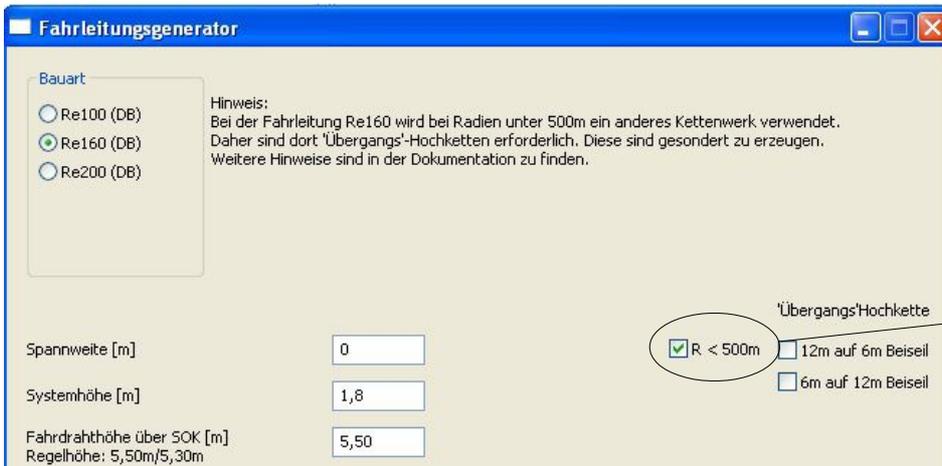


Abbildung 5: Re160

Bei der Erzeugung von Kettenwerken der Bauart Re160 ändert sich bei Radien kleiner 500 m das Kettenwerk. Es werden nur noch 6 m lange Beiseile verwendet und es gibt auch nur noch einen Beiseilhänger, der in Hauptfahrrichtung hinter dem Stützpunkt liegt. Dies ist beim Einbau unbedingt zu berücksichtigen. Das so erzeugte Kettenwerk muß für den Einbau in Gegenrichtung um 180° gedreht werden.



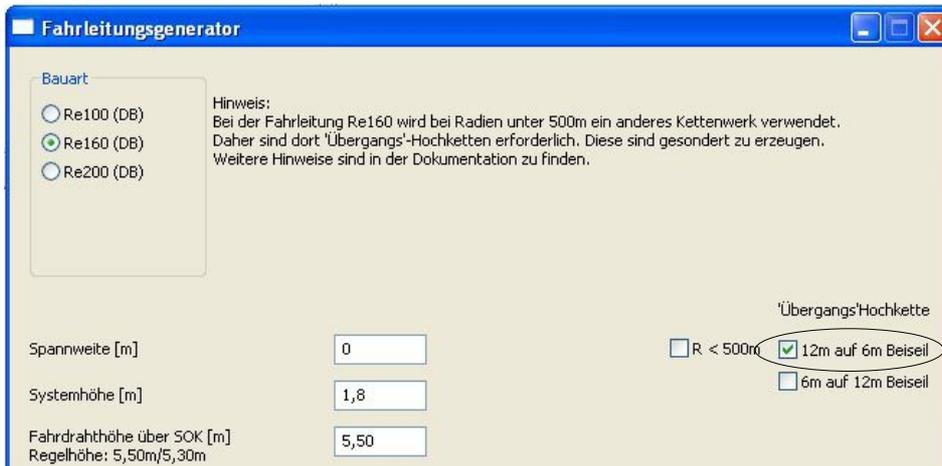
Abbildung 6: Re160 mit $R \leq 500$ m



Hier wird auf die geänderte Hochkette umgeschaltet.

Abbildung 7: Anwahl Radius < 500 m

Um jetzt aber von der normalen Hochkette mit 12 m-Beiseil auf eine Hochkette mit 6 m-Beiseil zu kommen, muß eine Übergangskette erzeugt werden.



Hierzu wird hier ein Haken gesetzt.

Abbildung 8: Wechsel der Beiseillänge

Für den Wechsel vom 6 m-Beiseil auf das 12 m-Beiseil ist entsprechend zu verfahren.

Bauart Re200 der DB/DBAG

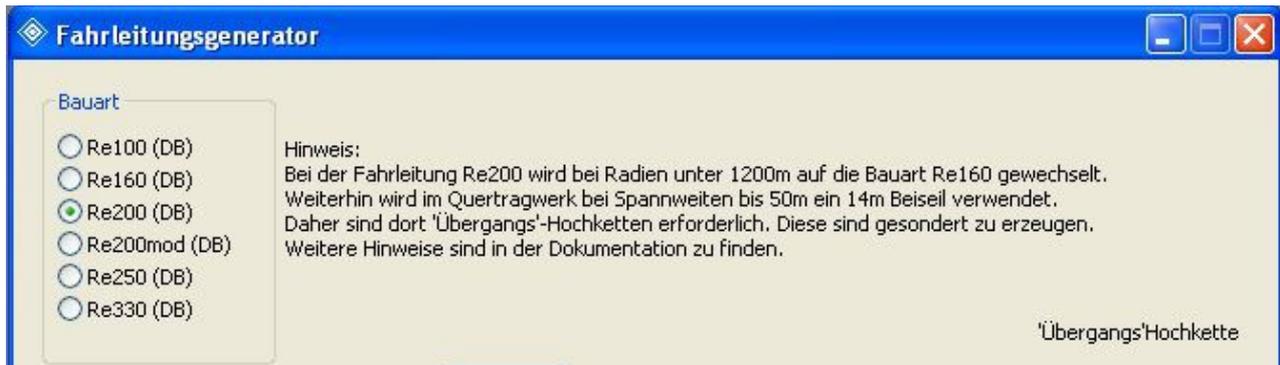


Abbildung 9: Bauart Re200

Die Bauart Re200 unterscheidet sich von der Bauart Re160 durch geänderte Beiseile, deren Länge und Ausgestaltung abhängig von der Aus- bzw. Anlenkung am Ausleger ist. Am Stützpunkt K befinden sich zwei(vier) Beiseilhänger und am Stützpunkt L ist nur ein(zwei) Beiseilhänger eingebaut. Die Systemhöhe beträgt ebenfalls 1,80 m. Die Höchstgeschwindigkeit für diese Bauart beträgt 200km/h. Bei Radien unter 1200 m wird auf die Bauart Re160 gewechselt. Hierfür können die entsprechenden Übergangskette erzeugt werden. Als weitere Besonderheit werden beim Einbau in ein Quertragwerk beide Stützpunkte gleich ausgeführt.

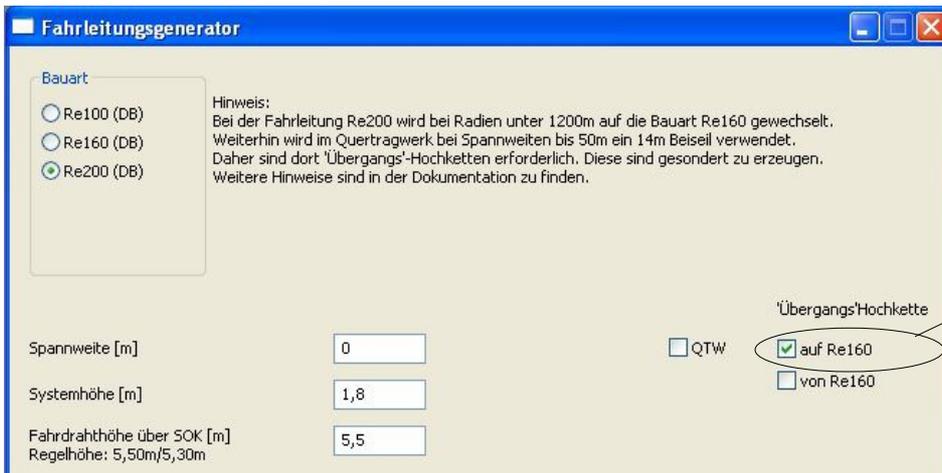


Abbildung 10: Re200: Links Stützpunkt K, Rechts Stützpunkt L

Beim Einbau ist darauf zu achten, das ggf. die Hochkette um 180° gedreht werden muß, damit die Hochkette mit der richtigen Seite an den entsprechenden Stützpunkt zu liegen kommt. Dies ist gilt insbesondere dann, wenn die Einzelmasten in Baurichtung links stehen.

Bei der Erzeugung von Kettenwerken der Bauart Re200 sind folgende Randbedingungen zu beachten:

- Die Ausführung der Beiseile ist abhängig vom Stützpunkt.
- Bei Radien unter 1200 m wird auf die Bauart Re160 gewechselt. Es sind dann die entsprechenden Übergangsketten zu erzeugen.
- Wird die Hochkette im Quertragwerken eingebaut, so werden beide Stützpunkte gleich ausgeführt. Bei Spannweiten unter 50 m wird die Ausführung der Beiseile geändert. Es werden nur noch 14 m lange Beiseile verwendet und es gibt drei Beiseilhänger, von denen zwei in Hauptfahrrichtung vor dem Stützpunkt liegen. Dies ist beim Einbau unbedingt zu berücksichtigen. Das so erzeugte Kettenwerk muß für den Einbau in Gegenrichtung um 180° gedreht werden. Und für den Übergang sind die entsprechenden Übergangsketten zu erzeugen.



Um eine Übergangskette von der Bauart Re200 auf Re160 zu erzeugen, wird hier ein Haken gesetzt.

Abbildung 11: Übergangsketten Re200/Re160

Und für eine Übergangskette in die andere Richtung verfährt man analog.

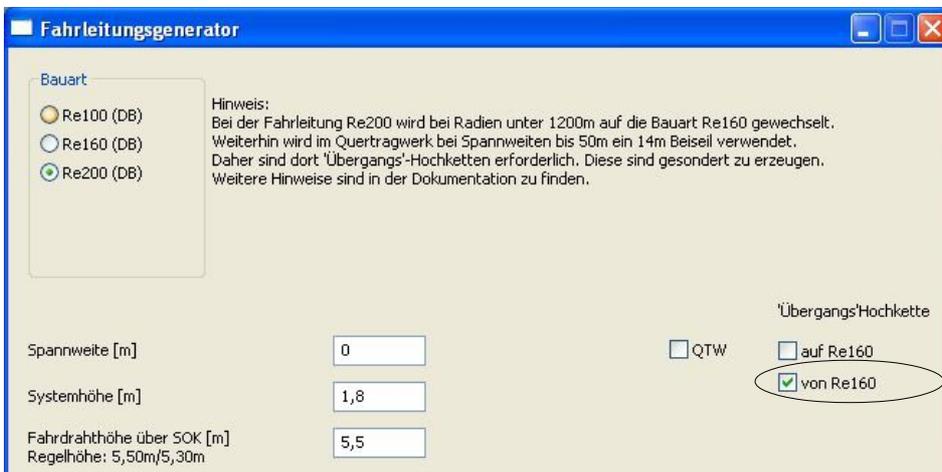
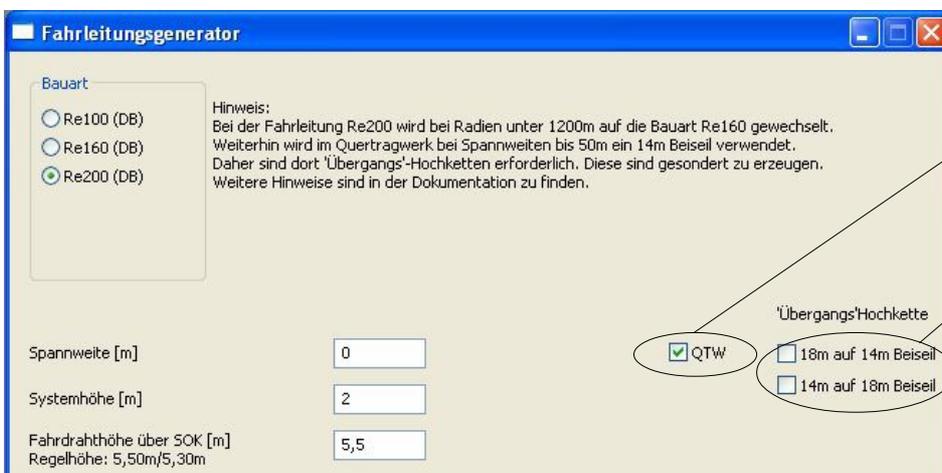


Abbildung 12: Übergangsketten Re160/Re200

Um die entsprechenden Hochketten für Quertragwerke zu erzeugen, wird bei 'QTW' ein Haken gesetzt. Hierbei wird die Systemhöhe automatisch angepasst, sowie die Umschaltung der Beiseillängen angeboten.



Hier wird auf die geänderte Hochkette umgeschaltet.

Gleichzeitig erscheinen auch die Optionen für die Umschaltung der Beiseillängen.

Abbildung 13: Umschaltung auf eine Quertragwerks-Kette Re200

Bauart Re200mod der DB/DBAG

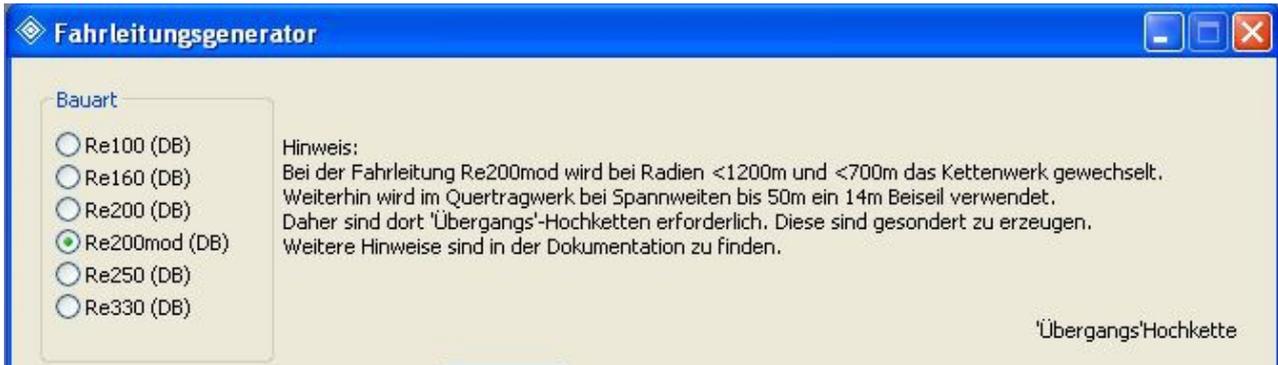


Abbildung 14: Bauart Re200mod

Die Bauart Re200mod unterscheidet sich von der Bauart Re200 dadurch, dass beide Beilseile mit je zwei(vier) Beiseilhänger ausgeführt werden. Die Systemhöhe beträgt ebenfalls 1,80 m. Die Höchstgeschwindigkeit für diese Bauart beträgt 230km/h. Bei Radien unter 1200 m wird auf die Bauart Re160 gewechselt. Hierfür können die entsprechenden Übergangskette erzeugt werden.



Abbildung 15: Re200mod

Bauart Re250 der DB/DBAG

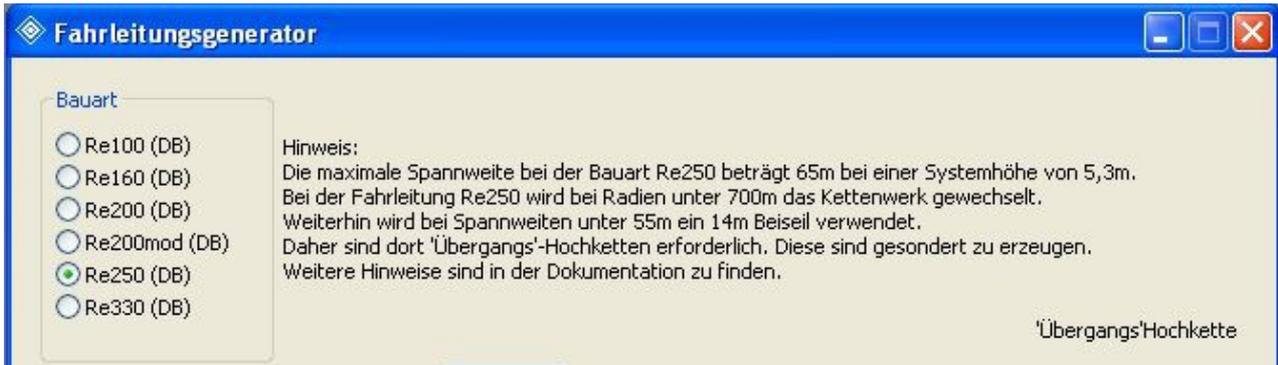


Abbildung 16: Bauart Re250

Die Bauart Re250 unterscheidet sich von den vorhergehenden Bauarten dadurch, dass sich das Tragseil und der Fahrdraht immer in der gleichen Ebene liegen, d.h. das Tragseil folgt dem Fahrleitungszickzack von $\pm 0,30$ m. Die maximale Spannweite bei der Bauart Re250 beträgt 65 m bei einer Systemhöhe von 5,30 m. Bei Radien unter 700 m das Kettenwerk gewechselt. Weiterhin wird bei Spannweiten unter 55 m ein 14 m Beiseil verwendet. Hierfür können die entsprechenden Übergangskette erzeugt werden.



Abbildung 17: Re250

Bauart Re330 der DB/DBAG

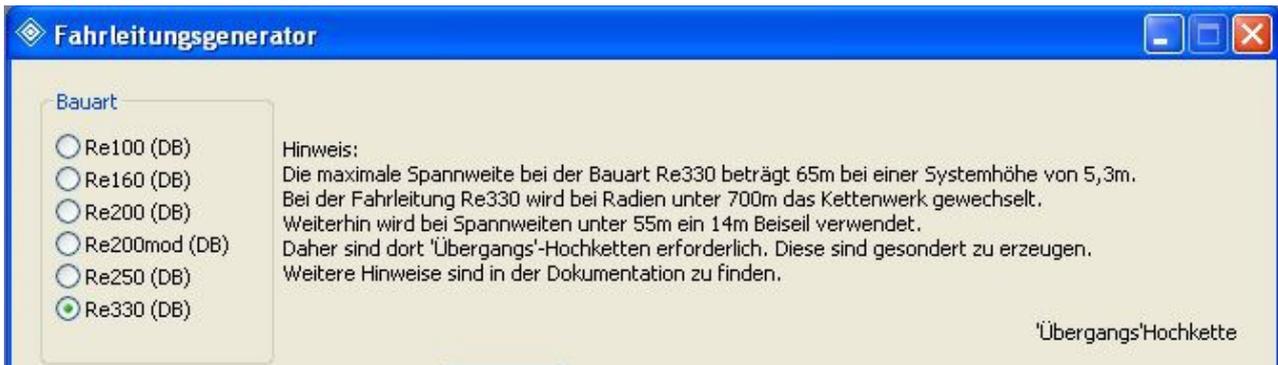


Abbildung 18: Bauart Re330

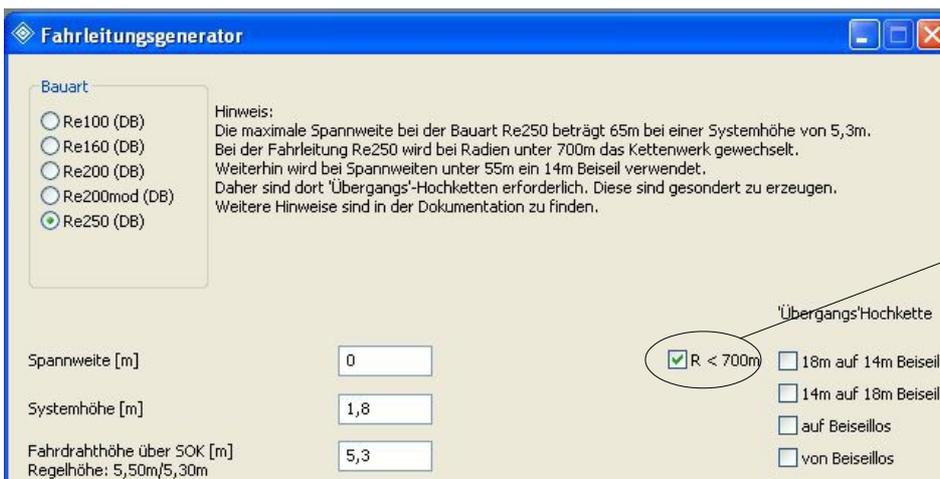
Die Bauart Re330 unterscheidet sich von der Re250 durch einen geringeren Durchhang sowie einer erhöhten Zugspannung im Fahrdraht und Tragseil. Die maximale Spannweite bei der Bauart Re330 beträgt 65 m bei einer Systemhöhe von 5,30 m. Bei Radien unter 700 m das Kettenwerk gewechselt. Weiterhin wird bei Spannweiten unter 55 m ein 14 m Beiseil verwendet. Hierfür können die entsprechenden Übergangskette erzeugt werden.



Abbildung 19: Re330

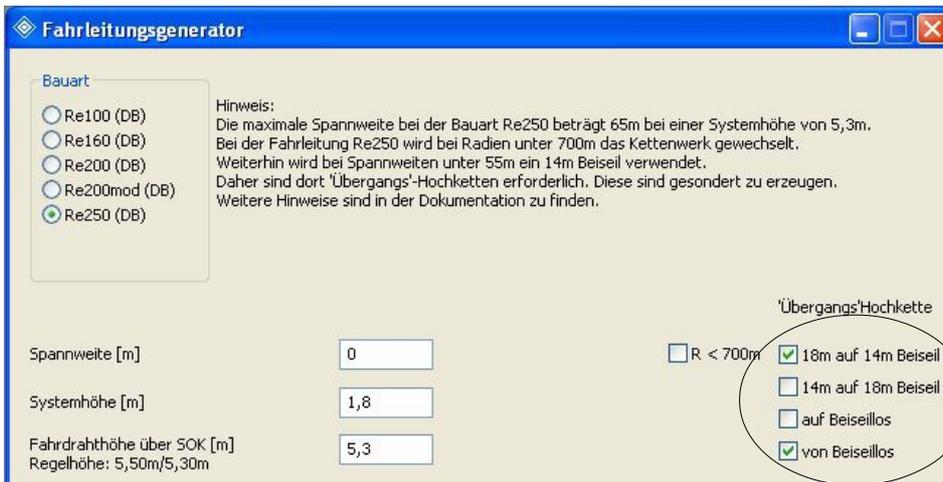
Übergangskette der Bauarten Re250 und Re330 der DB/DBAG

Bei der Erzeugung von Kettenwerken der Bauart Re250 und Re330 ändert sich bei Radien kleiner 700 m das Kettenwerk. Das Kettenwerk für Radien kleiner 700 m entspricht optisch der Re100. Daher fehlt bei der vorhergehenden und bei der nachfolgenden Hochkette das Beiseil am Kettenwerksübergang.



Hier wird auf die geänderte Hochkette umgeschaltet.

Abbildung 20: Anwahl Radius < 700 m



Hier können die entsprechenden Übergänge ausgewählt werden.

Abbildung 21: Option für Übergangskette

Bauart Re1 der DR



Abbildung 22: Bauart Re1

Die Bauart Re1 der DR entspricht von ihrem Erscheinungsbild einer Re100. Sie ist aber keine Kopie der DB-Bauart, sondern eine Weiterentwicklung der bereits bei der DRG eingesetzten Bauarten. Das typische Kennzeichen dieser Bauart ist das Fehlen von Beiseilen und die Systemhöhe von 1,40 m. Die Höchstgeschwindigkeit für diese Bauart beträgt 100km/h. Die kürzeste Spannweite beträgt 33,40 m.



Abbildung 23: Re1

Bauart Re2 der DR

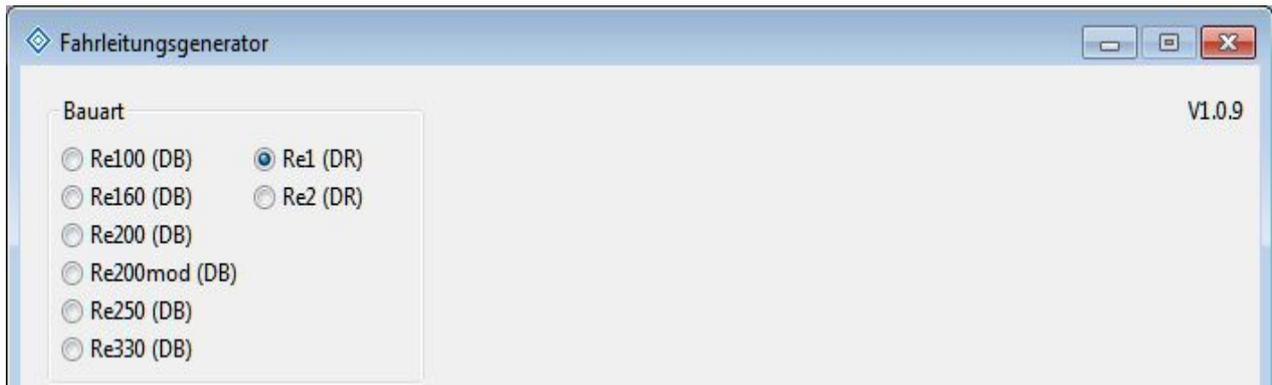


Abbildung 24: Bauart Re2

Die Bauart Re2 der DR entspricht von ihrem Erscheinungsbild einer Re160. Sie ist aber keine Kopie der DB-Bauart, sondern eine Weiterentwicklung der bereits bei der DR eingesetzten Bauarten. Das typische Kennzeichen dieser Bauart ist die Verwendung von Beiseilen sowie einer Systemhöhe von 1,40 m. Die Höchstgeschwindigkeit für diese Bauart beträgt 120km/h. Die kürzeste Spannweite beträgt 33,40 m.



Abbildung 25: Re2

Nachdem die Fahrleitungsbauart ausgewählt ist, wird die Spannweite eingetragen.

Fahrleitungsgenerator

Bauart

Re100 (DB)
 Re160 (DB)
 Re200 (DB)

Spannweite [m] Bei dieser Spannweite beträgt der Mindestradius 500m

Systemhöhe [m]

Fahrdrahthöhe über SOK [m]
Regelhöhe: 5,50m/5,30m

Zick-Zack (Kurz/Lang)
KL-LK-LL-KK

Veränderung der Systemhöhe?

Dateiname: Re100-5000-140-550-KL

Bei dem neben der Spannweite angegebene Mindestradius liegt der fertige Fahrdraht noch innerhalb des Zickzacks von +/- 0,40 m für die Bauarten Re100, Re160, Re200, Re1 und Re2.

Bei einer Spannweite größer 80 m wird die Spannweite automatisch auf 80 m gesetzt und bei einer Spannweite kleiner als 29 m wird diese auf 29 m gesetzt.

Die dargestellten 50 m entsprechen der zur Zeit üblichen durchschnittlichen Spannweite bei Loksिम.

Abbildung 26: Dateneingabe

Hinweis:

Bei der Bauart Re100 beträgt die minimale Spannweite 33,80 m.

Bei der Bauart Re160 beträgt die minimale Spannweite 44,0 m bzw. 40,0 m für Radien unter 500 m.

Bei der Bauart Re250 beträgt die minimale Spannweite 29,0 m.

Bei der Bauart Re330 beträgt die minimale Spannweite 36,0 m.

Diese Grenzwerte werden **nicht** überwacht.

Die Systemhöhe wird in Abhängigkeit von der Bauart vorbelegt. Wird der Fahrdraht in einem Quertragwerk eingesetzt, so ist die Systemhöhe mit 2,0 m einzugeben.

Die Fahrdrahthöhe von 5,50 m über SOK ist die Regelhöhe bei der DB/DBAG für die Bauarten Re100, Re160, Re200 und Re200mod.

Für die Bauarten Re250 und Re330 beträgt die Regelhöhe 5,30 m über SOK.

Bei den Bauarten Re1 und Re2 beträgt die Fahrdrahthöhe auf der freien Strecke 5,75 m über SOK und im Bahnhof 5,50 m über SOK. Voreingestellt für die Re1/Re2 sind 5,75 m.

Die Regelhöhe bei Loksिम ist zur Zeit 4,98 m über SOK.

Hinweis: Die SOK bei Loksिम liegt bei 0,37 m über Loksिम-Null und wird bei der Generierung der Fahrleitungen und Quertragwerke berücksichtigt, d.h. Der Nutzer kann die 'echte' Höhe über SOK eintragen und muß keinen Zuschlag berechnen.

Wird kein Verlauf des Zickzacks eingetragen, so wird eine von Kurz nach Lang

verlaufende Fahrleitung erzeugt. Die Kürzel sind immer paarweise einzutragen.

Sie bedeuten:

K – Kurz: Kurzer Ausleger rechts, Zickzack +0,40(0,30) m

L – Lang: Langer Ausleger rechts, Zickzack -0,40(0,30) m

Fahrleitungsgenerator

Bauart

Re100 (DB)
 Re160 (DB)
 Re200 (DB)

Spannweite [m] Bei dieser Spannweite beträgt der Mindestradius 500m

Systemhöhe [m]

Fahrdrathöhe über SOK [m]
Regelhöhe: 5,50m/5,30m

Zick-Zack (Kurz/Lang)
KL-LK-LL-KK

Veränderung der Systemhöhe?

Dateiname: Re100-5000-140-550-KL

Fahrleitung erzeugen Nachspannstrecken Sonderfahrleitungen Quertragwerk

Die zu erzeugende Fahrleitung wird unter dem hier angezeigten Dateinamen abgespeichert.

Abbildung 27: Dateneingabe

Der Dateiname 'Re100-5000-140-550-KL' ist wie folgt gegliedert:

Re100:	Fahrleitungsbauart
5000:	Spannweite in cm
140:	Systemhöhe in cm
550:	Fahrdrathöhe über SOK in cm
KL:	Fahrleitungszickzack

Durch einen Klick auf die Schaltfläche 'Fahrleitung erzeugen' wird eine Fahrleitung mit den zuvor eingegebenen Werten erzeugt und in das entsprechenden Verzeichnis geschrieben. Hierbei wird eine eventuell bereits vorhandene Fahrleitung überschrieben. Durch die Kodierung über den Dateinamen ist dies völlig gefahrlos, da gleich kodierte Fahrleitungen von ihren Abmessungen immer gleich sind. Es ist daher auch nicht notwendig, die so erzeugten Fahrleitungen in das eigene Verzeichnis umzukopieren.

Um bei der Re100 mit einer Systemhöhe von 1,40 m einen Übergang auf ein Quertragwerk mit einer Systemhöhe von 2,0 m zu erzeugend, kann mit Hilfe einer Systemhöhenänderung dieser Übergang geschaffen werden. Über wie viele Felder sich diese erstreckt, ist von der Spannweite und dem Erbauer abhängig.

Fahrleitungsgenerator

Bauart

Re100 (DB)
 Re160 (DB)
 Re200 (DB)

Spannweite [m] Bei dieser Spannweite beträgt der Mindestradius 500m

Systemhöhe [m]

Fahrdrahhöhe über SOK [m]
 Regelhöhe: 5,50m/5,30m

Zick-Zack (Kurz/Lang) zum Festpunkt vom Festpunkt
 KL-LK-LL-KK

Veränderung der Systemhöhe? Von: m auf: m

Dateiname: Re100-5000-140-550-KL-ASH-140-200

Abbildung 28: Systemhöhenänderung

Um einen Übergang der verschiedenen Systemhöhen zu bekommen, zum Beispiel von 1,40 m auf 2,0 m, ist bei 'Veränderung der Systemhöhe?' ein Haken zu setzen. Es werden dann zwei weitere Eingabefelder angezeigt, die mit sinnvollen Werten vorbelegt sind. Auch hier wird automatisch ein eindeutiger Dateiname angegeben.

Quertragwerke erzeugen

Um ein Quertragwerk herzustellen, sind den nach dem Aufruf der Eingabemaske alle erforderlichen Eingaben vorzunehmen. Nach dem Druck auf die Schaltfläche 'Quertragwerksgenerator' erscheint die folgende Maske:

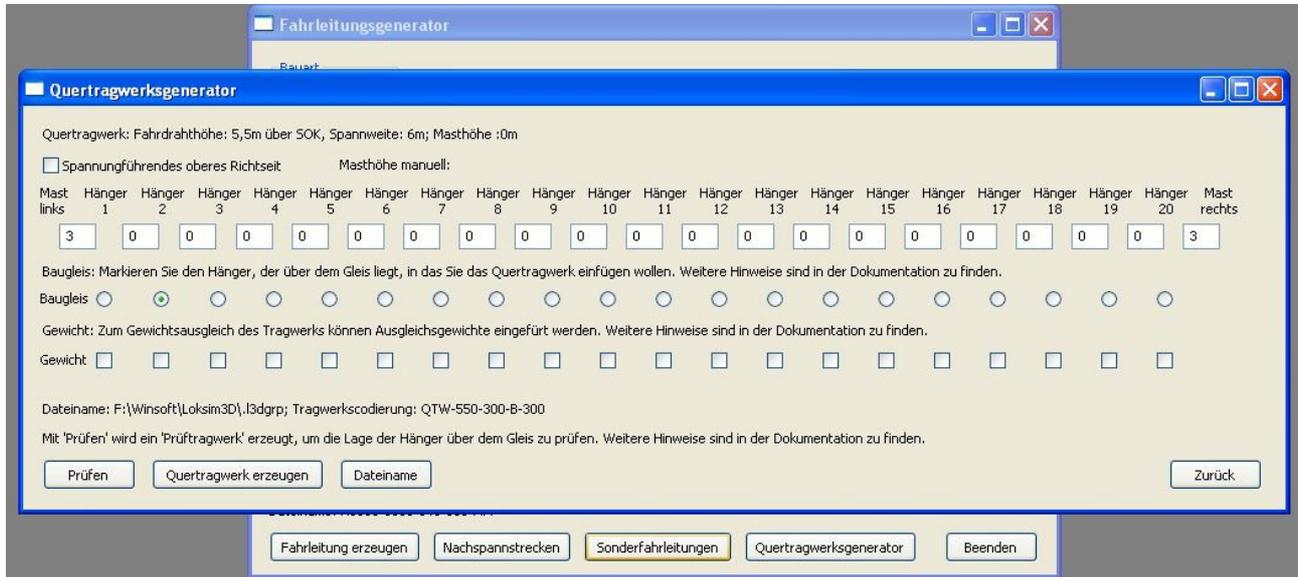


Abbildung 29: Quertragwerksgenerator

Wir werden nun ein kleines Quertragwerk für drei Gleise erzeugen. Die Gleise 1 und 2 sind eine zweigleisige Hauptstrecke mit einem Gleisabstand von 4,0 m und Gleis 3 ist eine eingleisige Strecke mit einem Abstand von 4,5 m zum Gleis 1. Das Gleis 2 liegt links von Gleis 1 und das Gleis 3 rechts von Gleis 1.

Das Gleis 1 ist das Baugleis. Als Baugleis wird hier das Gleis bezeichnet, in dessen Baum das Quertragwerk als Streckenobjekt eingetragen wird. Das Quertragwerk hat seinen Bezugspunkt immer im Baugleis, d.h. von dort aus werden die Abstände nach rechts und links eingetragen.

Im LOKSIM-Editor sieht das dann so aus:

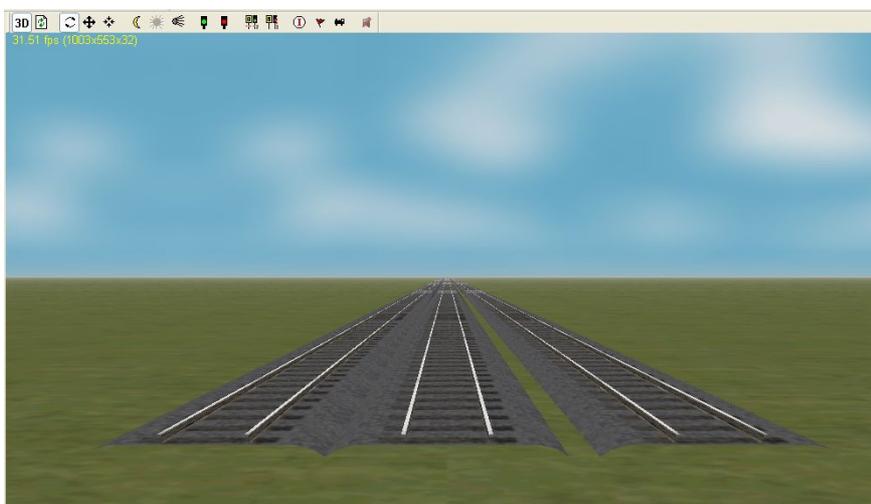


Abbildung 30: Musterstrecke

Geben wir nun die entsprechenden Daten ein:

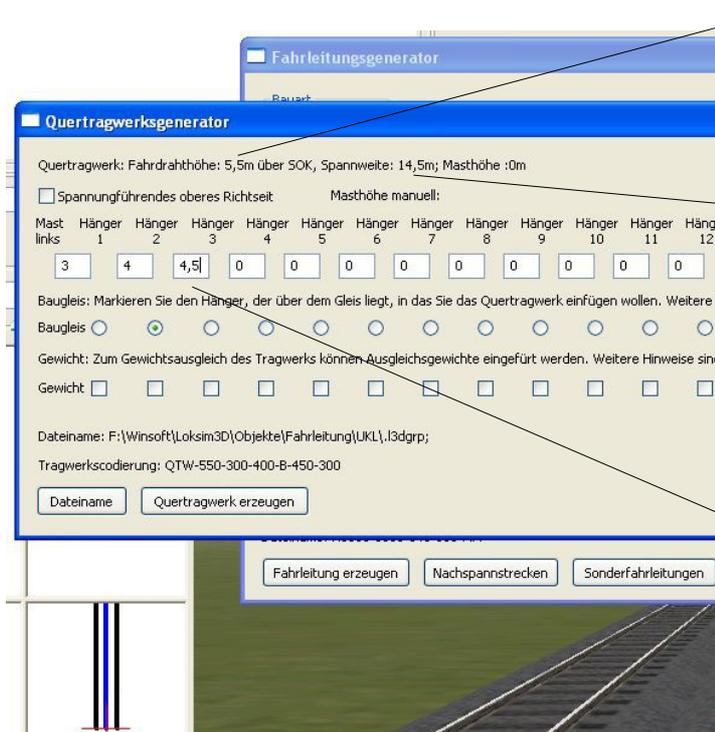


Abbildung 31: Dateneingabe 1

Die Fahrdrahthöhe ist aus der Hauptmaske übernommen worden und kann auch nur dort geändert werden.

Die Spannweite errechnet sich aus den Mastabständen rechts und links mit einem typischen Abstand von 3,0m und den entsprechenden Hängerabständen.

Die Masthöhe wird beim Erzeugen des Quertragwerkes berechnet und angezeigt.

Hier werden die entsprechenden Gleisabstände bzw. Hängerabstände eingegeben. Auch kann hier der Abstand Mast-Gleis geändert werden. Für jeden Fahrdraht im Quertragwerk muß genau ein Hänger vorhanden sein. Wir werden dies später bei der Überspannung einer Weichenstraße noch genauer sehen.

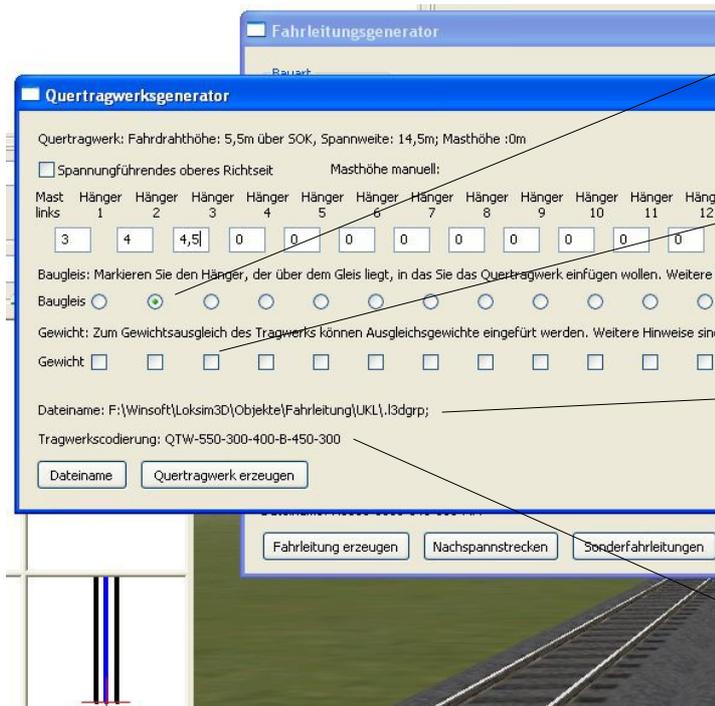


Abbildung 32: Dateneingabe 2

Hier wird das Baugleis festgelegt. Typischerweise ist es das rechte Gleis einer zweigleisigen Strecke.

Falls Sie zum Ausgleich des Tragwerkes einen 'leeren' Hänger benötigen, so können Sie hier ein Ausgleichsgewicht montieren.

Als Dateiname wird der komplette Dateipfad zur Kontrolle ausgegeben. Da wir noch keinen gültigen Dateinamen angegeben haben, ist der eigentliche Dateiname leer.

Die Tragwerkskodierung wird auch in die Objekteigenschaften geschrieben und sollte dort auch **nicht** verändert werden. Die Kodierung ist wie folgt aufgebaut:

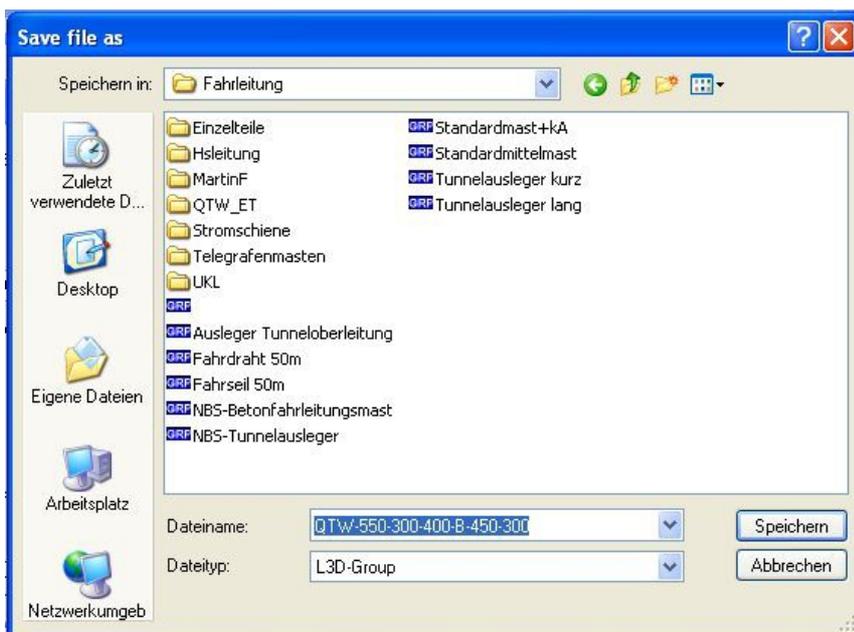
Tragwerkskodierung: QTW-550-300-400-B-450-300
 QTW: Quertragwerke
 550: Fahrdrathöhe in cm
 300: Abstand linker Mast – 1. Hänger in cm
 400: Abstand 1. Hänger – 2. Hänger in cm
 B: Unter dem 2. Hänger befindet sich das Baugleis
 450: Abstand 2. Hänger – 3. Hänger in cm
 300: Abstand letzter Hänger – rechter Mast in cm

Diese Kodierung ist eindeutig und kann auch als Dateiname verwendet werden.

Hinweis:

Die Systemhöhe ist auf 2,0 m festgelegt und kann vom Nutzer nicht geändert werden.

Nach der Eingabe der erforderlichen Daten muß nun der Dateiname festgelegt werden. Hierzu drücken Sie auf die Schaltfläche 'Dateiname' und es öffnet sich ein Dateidialog. Bei ersten Aufruf wird das Verzeichnis *Loksim-Pfad\Objekte\Fahrleitung* geöffnet. Hier können Sie nun Ihr Unterverzeichnis eintragen und dort den Dateinamen angeben. Der Dialog **muß** mit 'Speichern' beendet werden, damit der vorgeschlagene oder gewählte Dateiname übernommen wird.

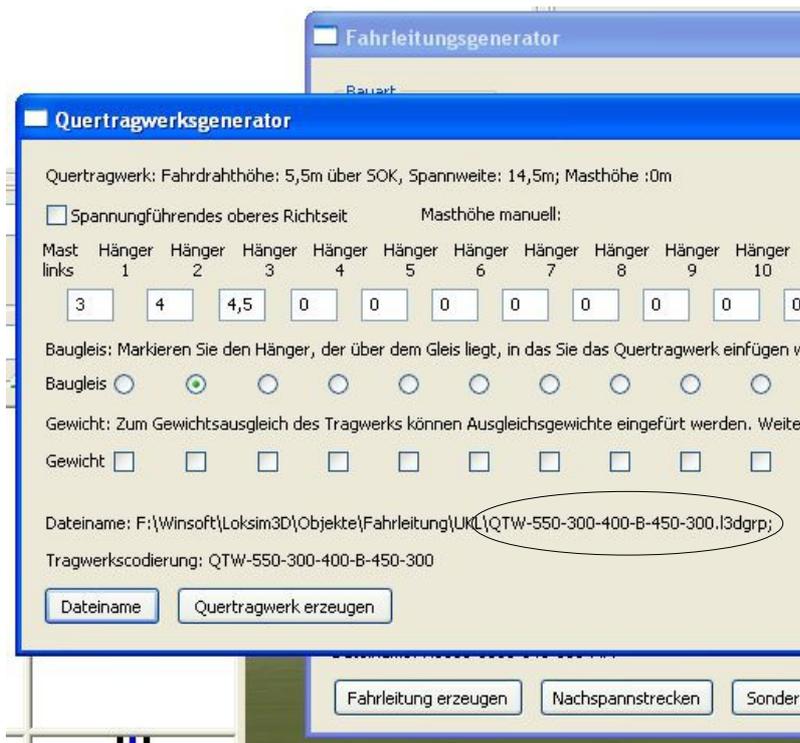


Als Vorgabe für den Dateinamen wird die Tragwerkskodierung eingetragen und es werden nur Gruppenobjektdateien angezeigt.

Abbildung 33: Dateidialog

Sie können hier auch ein bereits vorhandenes Quertragwerk auswählen, es wird dann automatisch aus den Objekteigenschaften die Tragwerkskodierung ausgelesen und die Eingabemaske vorbelegt. Dies ist besonders vorteilhaft, um bereits bestehende Tragwerke zu ändern oder anzupassen. Daher sollte die Tragwerkskodierung in den Objekteigenschaften auch **nicht** verändert werden.

Hinweis: Hier wird **nur** der Dateiname gespeichert und ggf. die Tragwerkskodierung eingelesen. Das Quertragwerk wird mit 'Quertragwerk erzeugen' erzeugt **und** gespeichert.



Nachdem Sie den Dateinamen eingegeben haben, wird dieser auch angezeigt.

Abbildung 34: Dateiname

Mit einem Druck auf die Schaltfläche 'Quertragwerk erzeugen' wird das Quertragwerk unter dem angegebenen Namen in das ausgewählte Verzeichnis abgespeichert. Hierbei wird ein zusätzliches Verzeichnis '\QTW_ET\' automatisch erzeugt. In dieses Verzeichnis wird unter dem gleichen Dateinamen, allerdings mit der Endung .l3dobj, das reine Tragwerksobjekt abgespeichert.

Das so erzeugte Tragwerk sieht jetzt so aus:

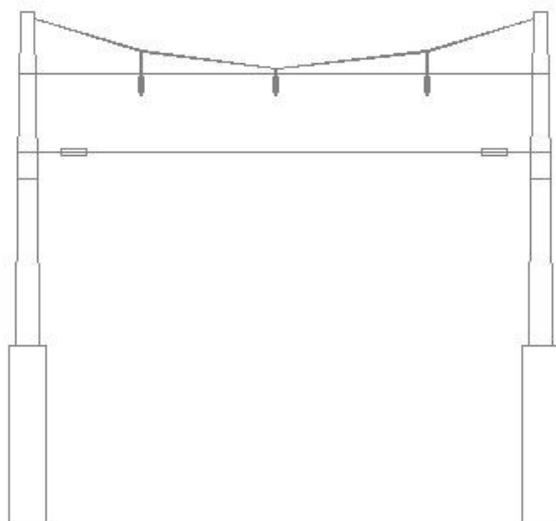


Abbildung 36: Drahtmodell Quertragwerk

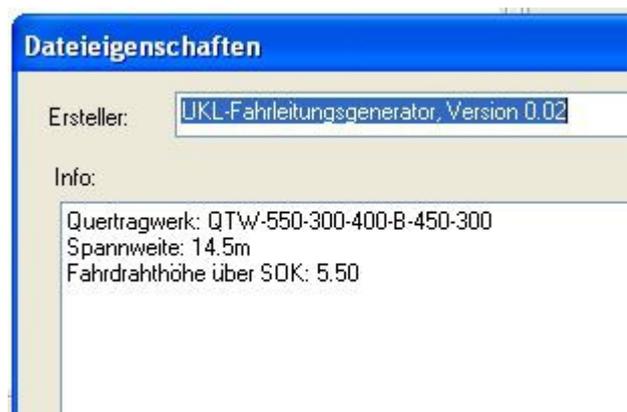


Abbildung 35: Eigenschaften Quertragwerk

Und es kann nun in die Strecke eingefügt werden.

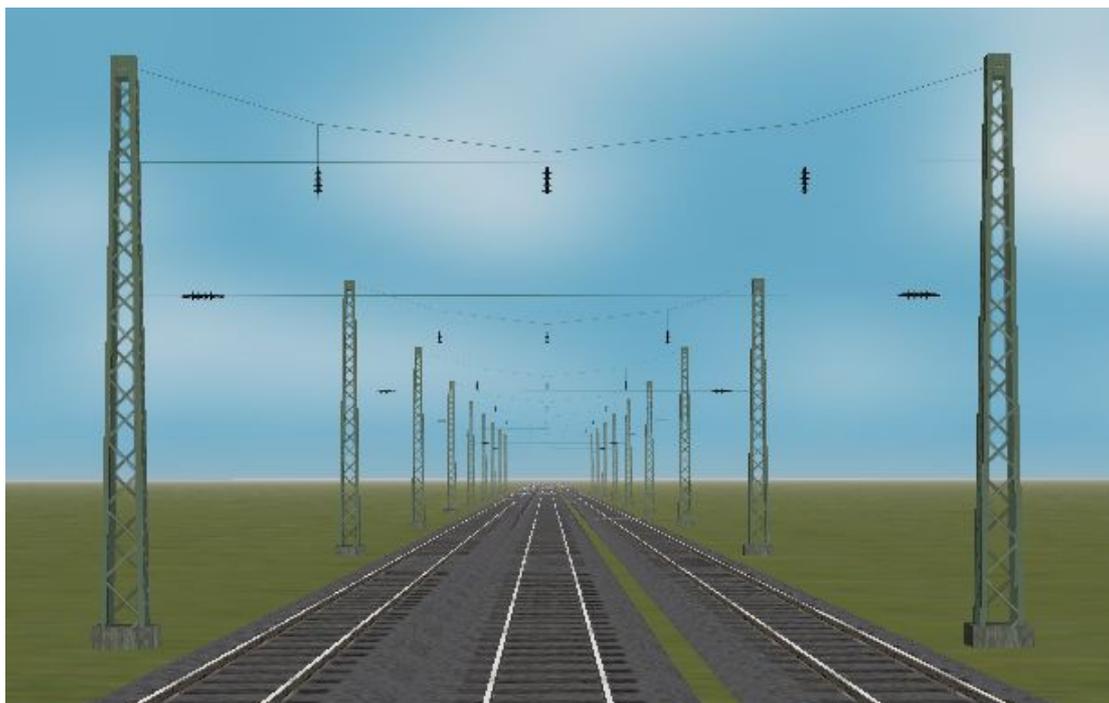


Abbildung 37: Quertragwerke an der Strecke

Die noch fehlenden Fahrleitungen und Fahrdrähtalter müssen wie bisher gesondert eingefügt werden. Die dargestellten Glas-Isolatoren mit vier Schirmen können nachträglich gegen andere Isolatoren im Loksिम-Editor getauscht werden. Es sind zur Zeit noch keramische Isolatoren mit sechs bzw. sieben Schirmen verfügbar.

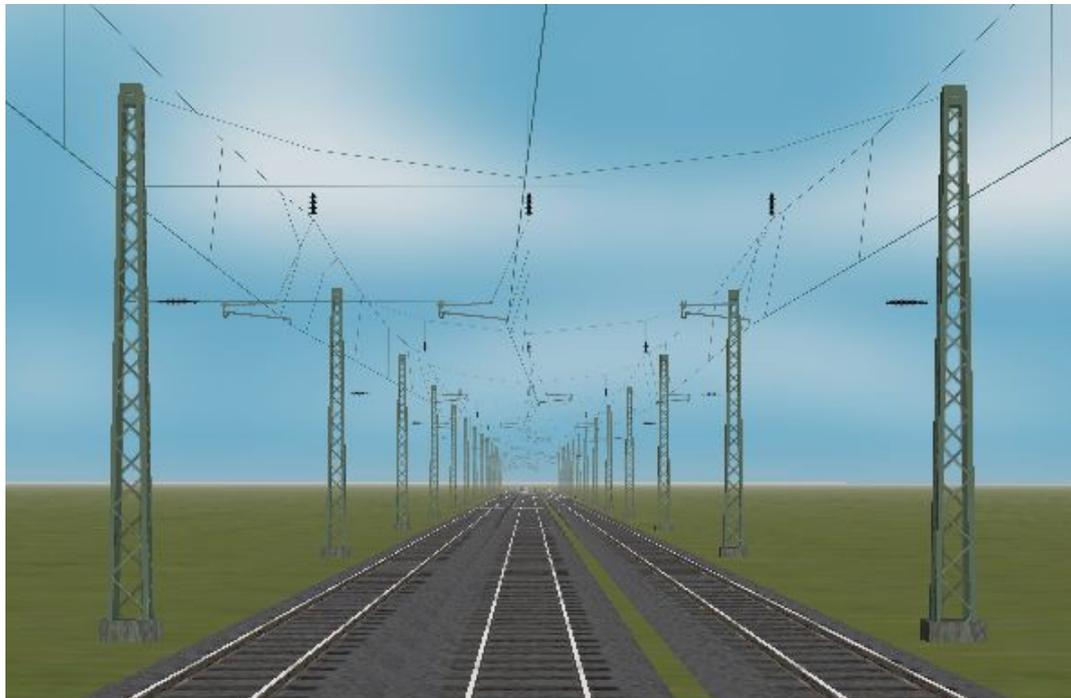


Abbildung 38: Quertragwerk an der Strecke mit Fahrleitung und Seitenhalter

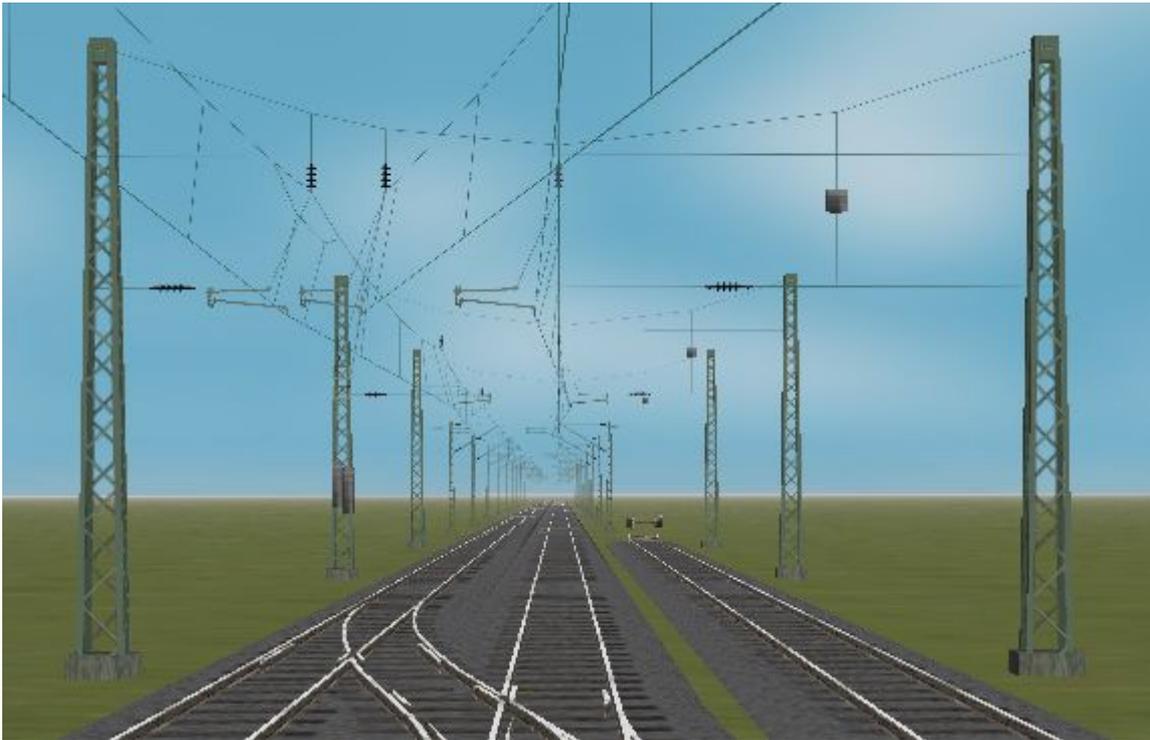


Abbildung 39: Quertragwerk mit Gewichtsstein und Weichenüberspannung

Hier ist rechts der 'Gewichtsausgleich' des Tragwerkes zu sehen und die entsprechende Hängeranordnung bei der Überspannung der Weichenstraße.

Diese Musterstrecke ist unter *Loksim-Pfad*\Strecken\ukl\Fahrleitungsgenerator.l3dstr zu finden.

Nachspannungen und Streckentrennungen erzeugen

Zur Erstellung von Nachspannungen und Streckentrennungen wird hier zunächst ein Bezeichnungssystem festgelegt.

Da es sich bei den Nachspannungen und Streckentrennungen um Zwangspunkte der Fahrleitungsanlage handelt, wird bei zwei- und dreifeldrigen Nachspannungen immer mit einem langen Ausleger und bei fünffeldrigen Nachspannungen immer mit einem kurzen Ausleger begonnen.

Bei der zweifeldrigen Nachspannung, die für die Bauart Re1 verfügbar ist, beginnt diese mit einem Winkelmast mit langem Ausleger, der zugleich auch Abspannmast ist. Es folgt der Stützpunkt der einen Doppelausleger trägt und an dem die Kettenwerke gewechselt werden. Den Abschluß bildet wieder ein Winkelmast mit einem langen Ausleger, der auch wieder Abspannmast ist.

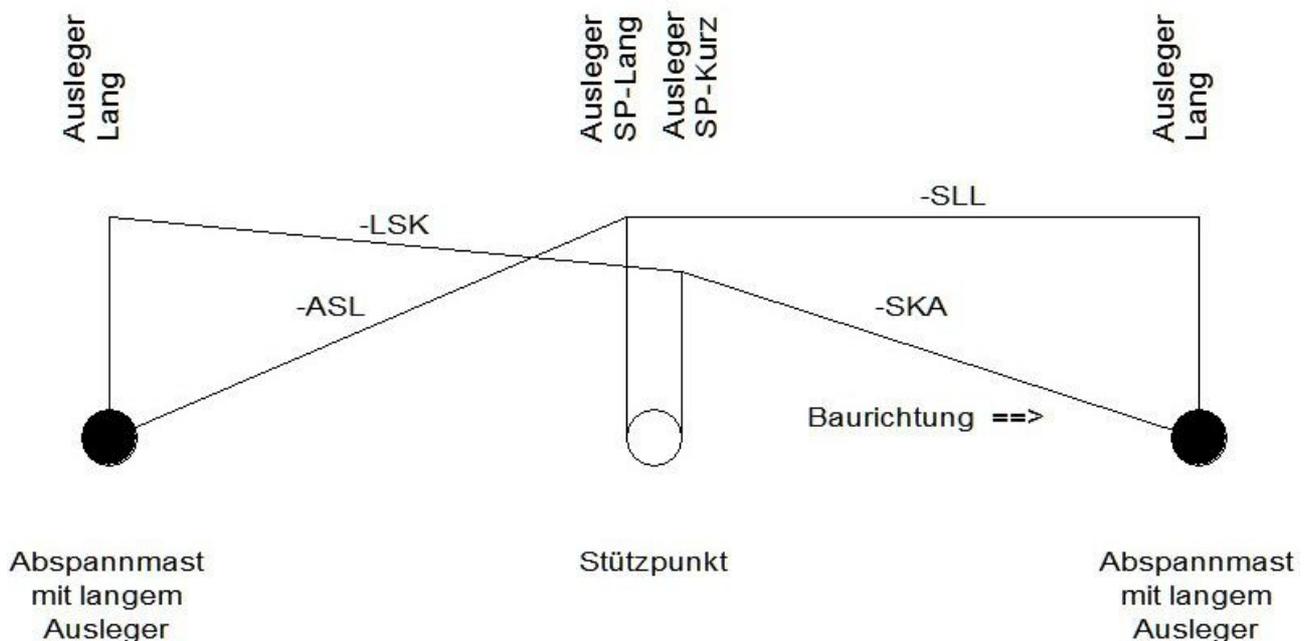


Abbildung 40: Zweifeldrige Nachspannung: Kennzeichnung der Masten, Ausleger und Fahrdrähte, beginnend mit einem langen Ausleger

Die Bezeichnung der Doppelausleger und die Suffixe der einzelnen Kettenwerke sind aus dem Bild ersichtlich.

Bei der Aufstellung in Gegenrichtung sind die Kettenwerke um 180° zu drehen und um die Spannweite zu verschieben.

Hierbei ist zu beachten, daß sich die Kettenwerke **immer** vor dem Stützpunkt kreuzen und dieser Kreuzungspunkt in Fahrtrichtung **vor** dem Stützpunkt liegt

Bei der dreifeldrigen Nachspannung und Streckentrennung, die für die Bauarten Re100, Re160, Re200, Re200mod, Re1 und Re2 verfügbar ist, beginnt diese mit einem Winkelmast mit langem Ausleger, der zugleich auch Abspannmast ist. Es folgen die Stützpunkte 2 und 1, die jeweils einen Doppelausleger tragen und zwischen denen die Kettenwerke gewechselt werden. Den Abschluß bildet wieder ein Winkelmast, diesmal mit einem kurzen Ausleger, der auch wieder Abspannmast ist.

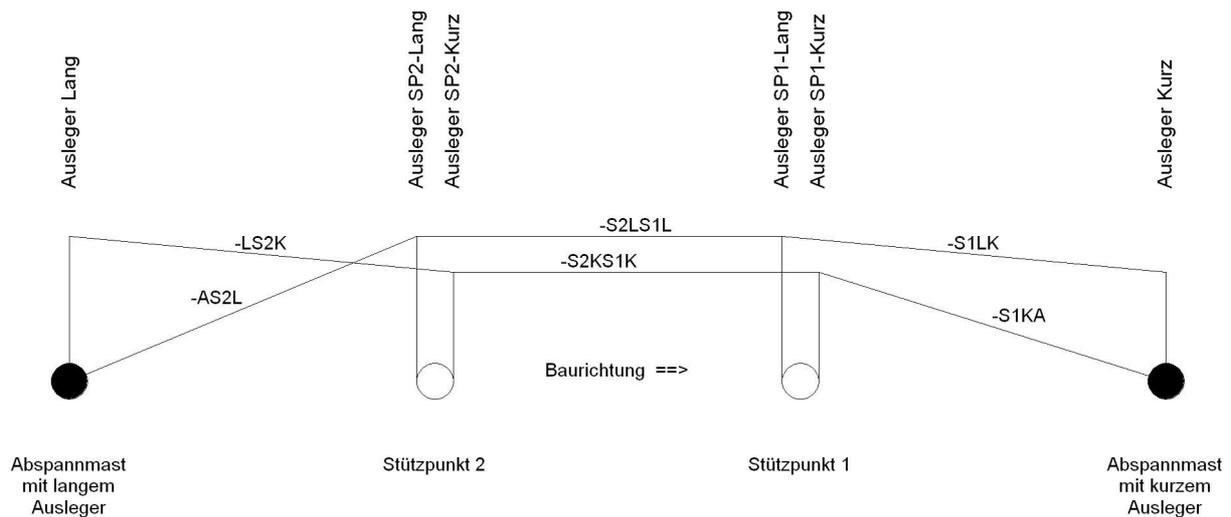


Abbildung 41: Dreifeldrige Nachspannung/Streckentrennung: Kennzeichnung der Masten, Ausleger und Fahrdrähte, beginnend mit einem langen Ausleger

Die Bezeichnung der Doppelausleger und die Suffixe der einzelnen Kettenwerke sind aus dem Bild ersichtlich.

Bei der Aufstellung in Gegenrichtung sind die Kettenwerke um 180° zu drehen und um die Spannweite zu verschieben.

Hierbei ist zu beachten, daß sich die Kettenwerke **immer** vor dem Stützpunkt 2 kreuzen und dieser Kreuzungspunkt in Fahrtrichtung **vor** dem Stützpunkt 2 liegt.

Bei der fünffeldrigen Nachspannung, die für die Bauarten Re250 und Re330 sowie als Streckentrennung für die Bauarten Re100, Re160, Re200, Re200mod, Re250 und Re 330 verfügbar ist, beginnt diese mit einem Winkel- oder Betonmast mit kurzen Ausleger, der zugleich auch Abspannmast ist. Es folgen die Stützpunkte A, B, C und D, die jeweils einen Doppelausleger tragen und zwischen denen die Kettenwerke gewechselt werden. Den Abschluß bildet wieder ein Winkel- oder Betonmast, diesmal mit einem langen Ausleger, der auch wieder Abspannmast ist.

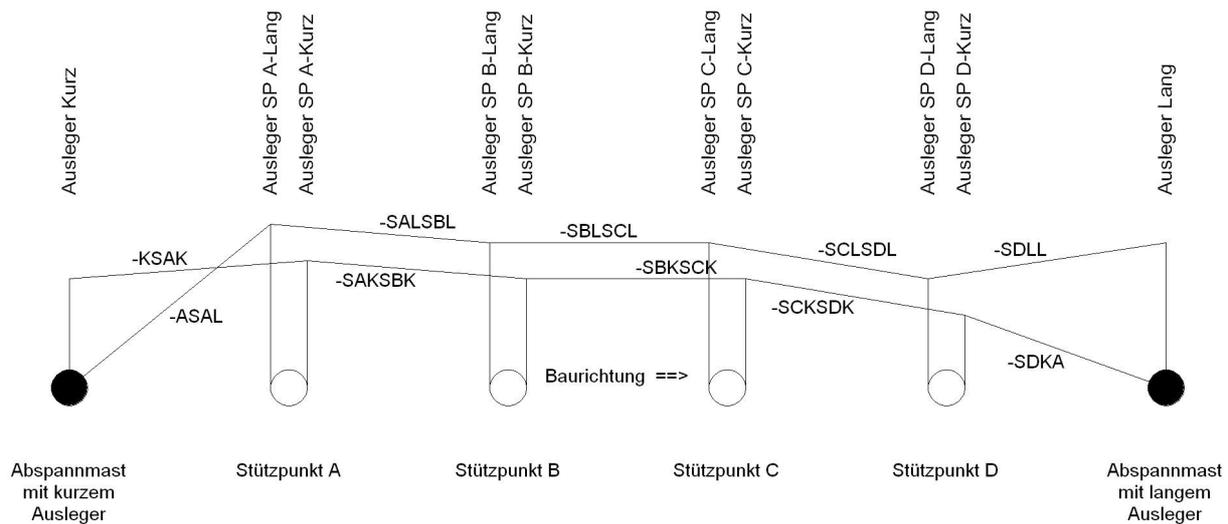


Abbildung 42: Fünffeldrige Nachspannung/Streckentrennung: Kennzeichnung der Masten, Ausleger und Fahrdrähte, beginnend mit einem kurzen Ausleger

Die Bezeichnung der Doppelausleger und die Suffixe der einzelnen Kettenwerke sind aus dem Bild ersichtlich.

Bei der Aufstellung in Gegenrichtung sind die Kettenwerke um 180° zu drehen und um die Spannweite zu verschieben.

Hierbei ist zu beachten, daß sich die Kettenwerke **immer** vor dem Stützpunkt A kreuzen und dieser Kreuzungspunkt in Fahrtrichtung **vor** dem Stützpunkt A liegt.

Wir werden nun eine dreifeldrige Nachspannstrecke für die Bauart Re160 mit einer Spannweite von 50 m erzeugen. Mit dem Druck auf die Schaltfläche 'Nachspannstrecken' erscheint folgende Maske:

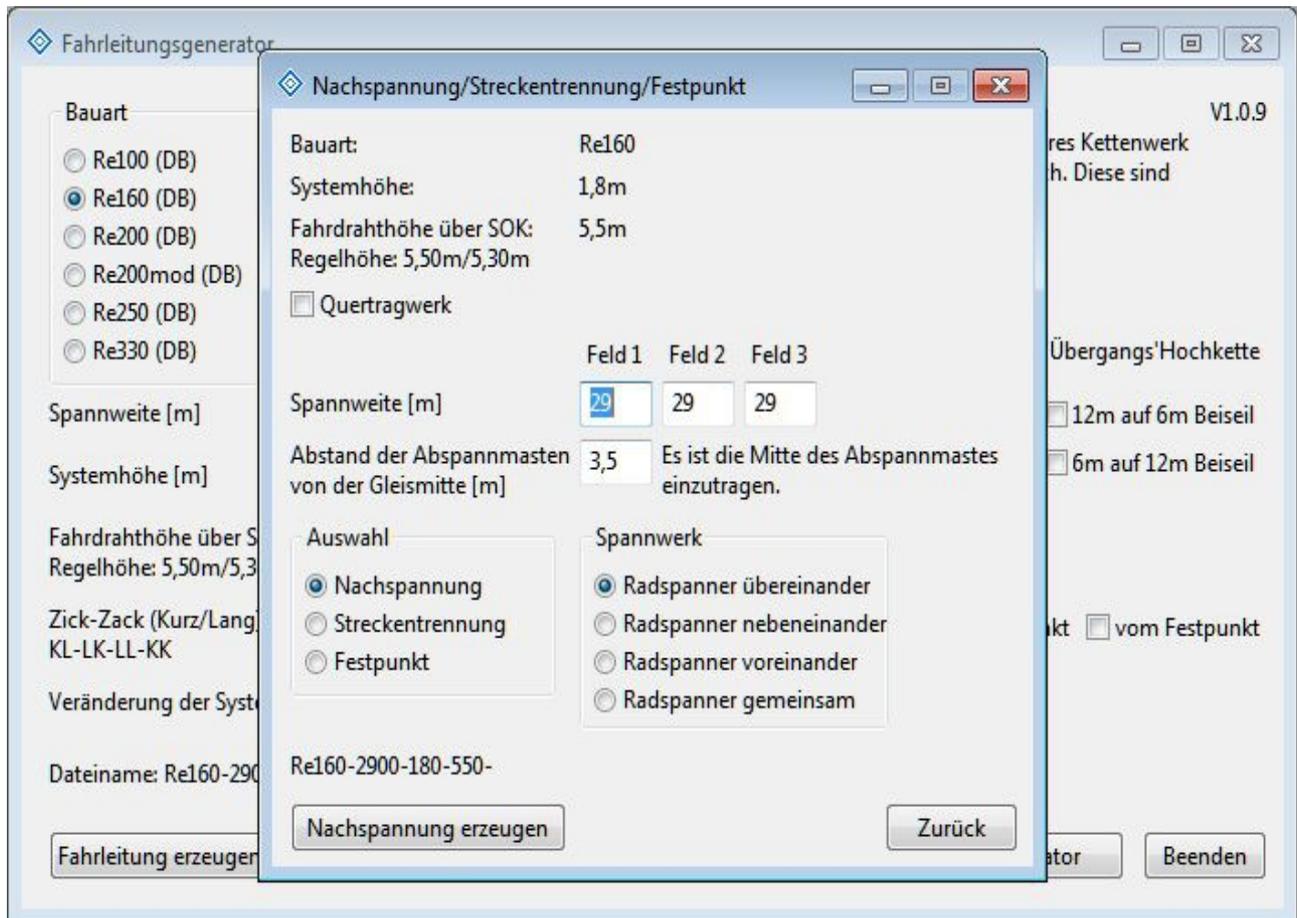


Abbildung 43: Eingabemaske Nachspannung

Hier sind Bauart, Systemhöhe und Fahrdrathöhe aus der Hauptmaske übernommen und können in dieser Maske nicht geändert werden. Um eine Nachspannung im Quertragwerk zu erzeugen, kann ein Haken bei 'Quertragwerk' gemacht werden. Hierdurch werden entsprechende Hochkette erzeugt, die von der normalen Nachspannung abweichen. Die Spannweite wurde ebenfalls übernommen, kann aber hier für jedes Feld geändert werden. Der Abstand der Abspannmasten ist mit 3,5 m vorgelegt und kann angepasst werden. Wenn die Abspannmasten bei eingleisigen Strecken auf der linken Seite stehen, so ist hier ein negativer Abstand einzutragen. Die Lage von Fahrdrath und Trageil werden entsprechend angepasst. Über das Feld 'Auswahl' kann bestimmt werden, ob Hochketten für eine Nachspannung, eine Streckentrennung oder einen Festpunkt erzeugt werden sollen. Im Feld 'Spannwerk' kann bestimmt werden, für welche Spannwerksanordnung die Abspannkette erzeugt werden sollen.

Nach einem Druck auf die Schaltfläche 'Nachspannung erzeugen' werden alle erforderlichen Kettenwerke erzeugt. Die Hochketten werden im Verzeichnis \<Bauart>\N gespeichert. Die dazugehörigen Einzelteile sind im Verzeichnis \<Bauart>\NET zu finden. Es sind in diesem Falle die folgenden Hochketten:

- Re160-5000-180-550-AS2L-N-RU-350.I3dgrp

Re160:	Fahrleitungsbauart
5000:	Spannweite in cm
140:	Systemhöhe in cm
550:	Fahrdrahthöhe über SOK in cm
AS2L:	vom Abspannmast zum Stützpunkt 2 , Langer Ausleger
N:	Nachspannung
RU:	Radspanner , uebereinander
350:	Abstand Gleismitte-Mitte Abspannmast in cm.

Das Gruppenobjekt beinhaltet die Hochkette sowie die erforderlichen Isolatoren.

- Re160-5000-180-550-LS2K-N.I3dobj

Re160-5000-180-550:	wie vor.
LS2K:	von Langer Ausleger Abspannmast zum Stützpunkt 2 , Kurzer Ausleger
N:	Nachspannung

- Re160-5000-180-550-S2LS1L-N.I3dobj

Re160-5000-180-550:	wie vor.
S2LS1L:	von Stützpunkt 2 , Langer Ausleger zum Stützpunkt 1 , Langer Ausleger
N:	Nachspannung

- Re160-5000-180-550-S2KS1K-N.I3dobj

Re160-5000-140-550:	wie vor.
S2KS1K:	von Stützpunkt 2 , Kurzer Ausleger zum Stützpunkt 1 , Kurzer Ausleger
N:	Nachspannung

- Re160-5000-180-550-S1LK-N.I3dobj

Re160-5000-180-550:	wie vor.
S1LK:	von Stützpunkt 1 , Langer Ausleger zum Kurzen Ausleger Abspannmast
N:	Nachspannung

- Re160-5000-180-550-S1KA-N-RU-350.l3dgrp

Re160-5000-180-550: wie vor.
 S1KA: von **Stützpunkt 1**, **Kurzer Ausleger** zum **Abspannmast**
 N: **Nachspannung**
 RU: **Radspanner, uebereinander**
 350: **Abstand Gleismitte-Mitte Abspannmast in cm.**

Das Gruppenobjekt beinhaltet die Hochkette sowie die erforderlichen Isolatoren.

Die Kodierungen für das Spannwerk lauten wie folgt:

- RU: **Radspanner, uebereinander**
- RN **Radspanner, nebeneinander**
- RV **Radspanner, voreinander**
- RG **Radspanner, gemeinsam (Fahrdrabt und Tragseil)**

Fertig eingebaut sieht die Nachspannstrecke so aus:

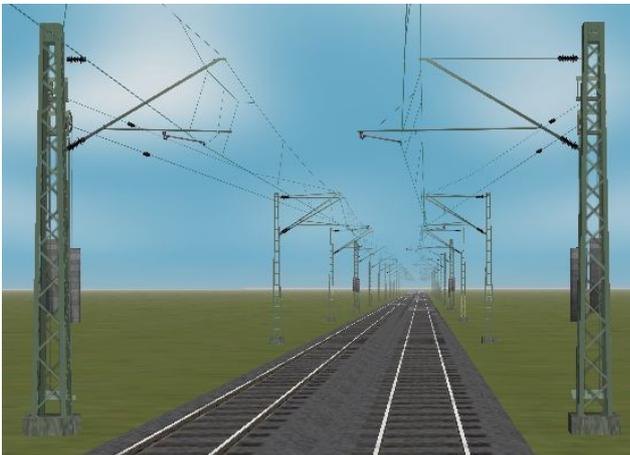


Abbildung 44: Nachspannstrecke, erster Abspannmast



Abbildung 45: Nachspannstrecke, Stützpunkt 1

Die Masten und Spannwerke müssen gesondert eingefügt werden. Hierbei ist zu beachten, daß das Spannwerk für den Fahrdrabt immer zur Gleisseite zeigt. Welche Bauteile für die Spannwerke erforderlich sind und wie diese eingebaut werden, ist aus der beiliegenden 'Demostrecke' ersichtlich.

Um die Hochketten für eine Streckentrennung zu erzeugen, wird einfach im Feld 'Auswahl' die Streckentrennung aktiviert.

Die Eingabemaske entspricht der Maske für die Nachspannung. Es sind nur einige Texte entsprechend angepasst worden.

Hier kann eine fünffeldrige Streckentrennung aktiviert werden.

Auswahl 'Streckentrennung' aktiviert.

Abbildung 46: Streckentrennung

Nach einem Druck auf die Schaltfläche 'Streckentrennung erzeugen' werden alle erforderlichen Kettenwerke erzeugt. Die Hochketten werden im Verzeichnis \<Bauart>\S gespeichert. Die dazugehörigen Einzelteile sind im Verzeichnis \<Bauart>\S\ET zu finden. Es sind in diesem Falle die folgenden Hochketten:

- Re160-5000-180-550-AS2L-S-RU-350.I3dgrp

Re160-5000-180-550: wie vor.
 AS2L: vom **A**bspannmast zum **S**tützpunkt **2**, Langer Ausleger
 S: Streckentrennung
 RU: **R**adspanner, **u**ebereinander
 350: Abstand Gleismitte-Mitte Abspannmast in cm.

Das Gruppenobjekt beinhaltet die Hochkette sowie die erforderlichen Isolatoren.

- Re160-5000-180-550-LS2K-S.I3dobj

Re160-5000-180-550: wie vor.
 LS2K: von **L**anger Ausleger Abspannmast zum **S**tützpunkt **2**, **K**urzer Ausleger
 S: Streckentrennung

- Re160-5000-180-550-S2LS1L-S.I3dgrp

Re160-5000-180-550: wie vor.
 S2LS1L: von **Stützpunkt 2**, Langer Ausleger
 zum **Stützpunkt 1**, Langer Ausleger
 S: Streckentrennung

Das Gruppenobjekt beinhaltet die Hochkette sowie die erforderlichen Isolatoren.

- Re160-5000-180-550-S2KS1K-S.I3dgrp

Re160-5000-180-550: wie vor.
 S2KS1K: von **Stützpunkt 2**, Kurzer Ausleger
 zum **Stützpunkt 1**, Kurzer Ausleger
 S: Streckentrennung

Das Gruppenobjekt beinhaltet die Hochkette sowie die erforderlichen Isolatoren.

- Re160-5000-180-550-S1LK-S.I3dobj

Re160-5000-180-550: wie vor.
 S1LK: von **Stützpunkt 1**, Langer Ausleger
 zum **Kurzen Ausleger Abspannmast**
 S: Streckentrennung

- Re160-5000-140-550-S1KA-S-RU-350.I3dgrp

Re160-5000-140-550: wie vor.
 S1KA: von **Stützpunkt 1**, Kurzer Ausleger zum **Abspannmast**
 S: Streckentrennung
 RU: **Radspanner, uebereinander**
 350: Abstand Gleismitte-Mitte Abspannmast in cm.

Das Gruppenobjekt beinhaltet die Hochkette sowie die erforderlichen Isolatoren.

Fertig eingebaut sieht die Streckentrennung so aus:



Abbildung 47: Streckentrennung, Stützpunkt 2

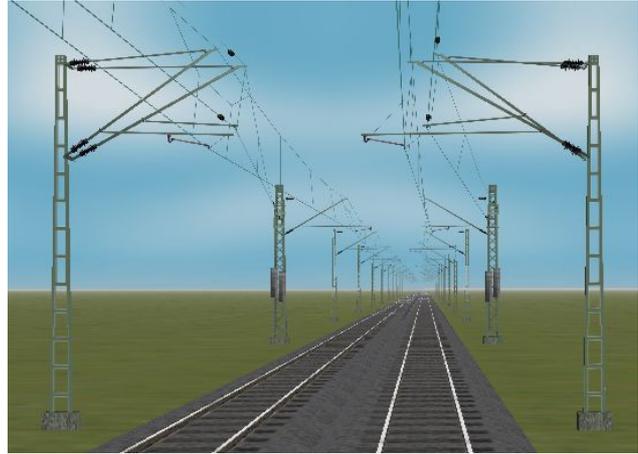
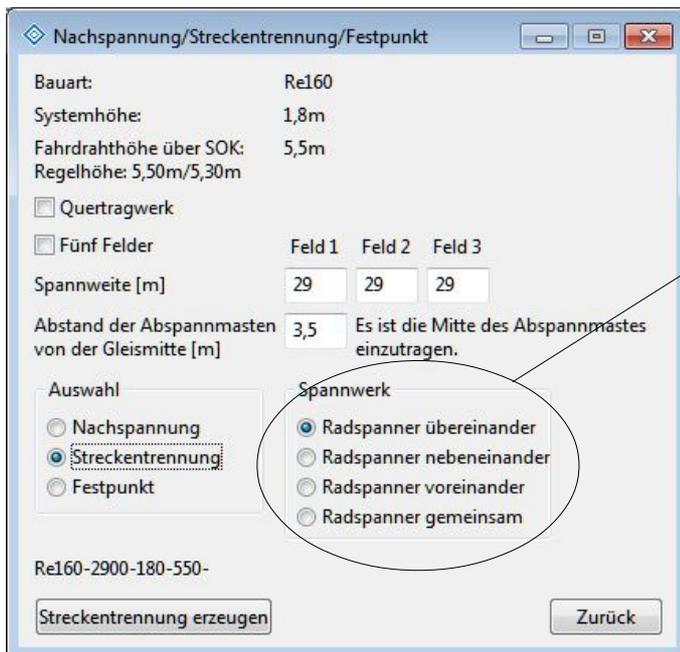


Abbildung 48: Streckentrennung, Stützpunkt 1

Spannwerke

Um die passende Hochketten der Abspannung für verschiedenen Spannwerke zu erzeugen, wird einfach im Feld 'Spannwerk' die entsprechende Spannwerksanordnung aktiviert.



Durch einfaches Anklicken wird das gewünschte Spannwerk ausgewählt.

Abbildung 49: Spannwerksanordnung

- Radspanner übereinander:
Die Radspanner sitzen höhenversetzt nebeneinander. Diese Anordnung findet man in vielen Altanlagen.
- Radspanner nebeneinander:
Die Radspanner sitzen auf gleicher Höhe nebeneinander. Diese Anordnung wird zur Zeit bei Neu- und Umbauten eingesetzt.

- Radspanner voreinander:
Die Radspanner sitzen höhenversetzt voreinander. Diese Anordnung besitzt nur eine geringe Baubreite.
- Radspanner gemeinsam:
Es ist nur ein Radspanner verbaut, Tragseil und Fahrdrabt werden gemeinsam über eine Schwinge abgespannt. Diese Anordnung ist im Bereich der DR und der ÖBB zu finden.

Festpunkte erzeugen

Die Erstellung eines Festpunktes erfolgt in zwei Schritten. Zunächst werden die beiden erforderlichen Hochketten erzeugt und anschließend die beiden Verankerungsseile mit ihrem Isolator.

Durch Setzen eines Hakens wird die entsprechende Hochkette vorgewählt. Mit einem Druck auf 'Fahrleitung erzeugen' wird dann die Hochkette erzeugt.

Abbildung 50: Hochkette für Festpunkt

Es sind immer beide Hochketten zu erzeugen. Diese können aber unterschiedliche Längen und Auslenkungen haben. Die so erzeugten Hochketten werden im Verzeichnis \<Bauart>\F gespeichert.

Nach der Erzeugung der Hochketten müssen jetzt noch die Verankerungsseile erzeugt werden. Hierzu rufen Sie mit einem Druck auf die Schaltfläche 'Nachspannstrecken' die Maske 'Nachspannung' auf.

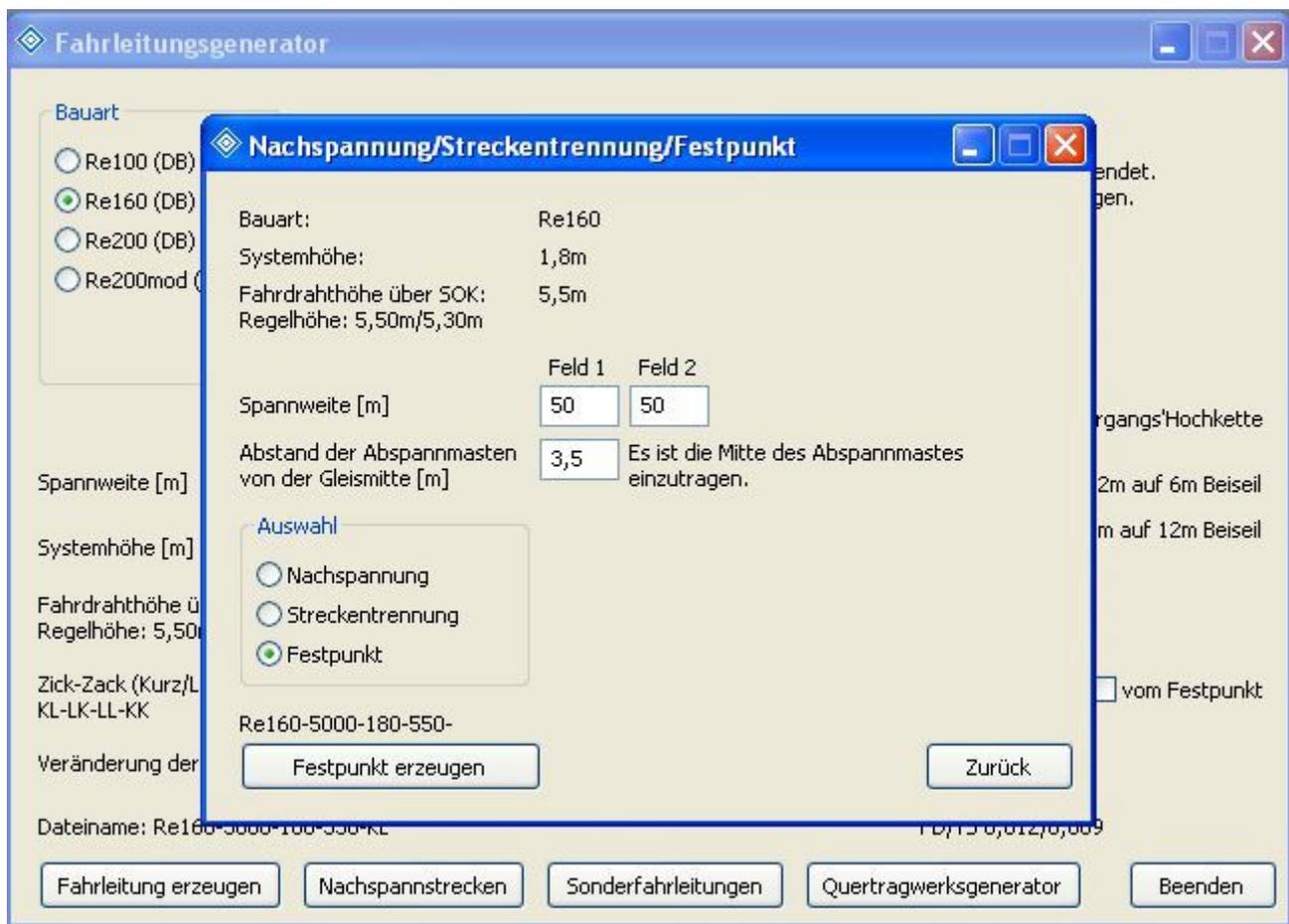


Abbildung 51: Festpunkt erzeugen

Wählen Sie den Punkt 'Festpunkt' aus, tragen Sie ggf. den Abstand der Ankermasten sowie die Feldlängen ein und drücken auf 'Festpunkt erzeugen'. Die Ankerseile werden wie die Hochketten werden im Verzeichnis \<Bauart>F gespeichert. Die dazugehörigen Einzelteile sind im Verzeichnis \<Bauart>F\ET zu finden. Für die Bauarten Re250 und Re330 werden Ankerseile für kurze und lange Ausleger erzeugt. Es werden nun die beiden Ankerseile erzeugt:

- Re160-5000-180-550-FA-350.l3dgrp

Re160-5000-180-550: wie vor.
 FA: vom **Festpunkt** zum **Ankermast**
 350: Abstand Gleismitte-Mitte Abspannmast in cm.

Das Gruppenobjekt beinhaltet das Ankerseil sowie die erforderlichen Isolatoren.

- Re160-5000-180-550-AF-350.I3dgrp

Re160-5000-180-550: wie vor.
 AF: vom **A**nkermast zum **F**estpunkt
 350: Abstand Gleismitte-Mitte Abspannmast in cm.

Das Gruppenobjekt beinhaltet das Ankerseil sowie die erforderlichen Isolatoren.

Fertig eingebaut sieht der Festpunkt so aus:

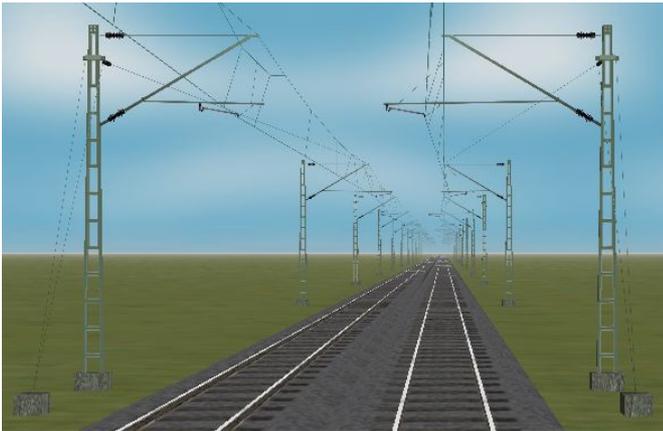


Abbildung 52: Festpunkt, Ankermasten



Abbildung 53: Festpunkt

Für die Bauarten Re250 und Re330 sind die Gruppenobjekte wie folgt kodiert:

- Re250-5000-180-550-FKA-350.I3dgrp

Re250-5000-180-550: wie vor.
 FKA: vom **F**estpunkt mit **K**urzem Ausleger zum **A**nkermast
 350: Abstand Gleismitte-Mitte Abspannmast in cm.

Das Gruppenobjekt beinhaltet das Ankerseil sowie die erforderlichen Isolatoren.

- Re330-5000-180-550-AFL-350.I3dgrp

Re330-5000-180-550: wie vor.
 AFL: vom **A**nkermast zum **F**estpunkt mit **L**angem Ausleger
 350: Abstand Gleismitte-Mitte Abspannmast in cm.

Das Gruppenobjekt beinhaltet das Ankerseil sowie die erforderlichen Isolatoren.

Auch hier verweise ich auf die 'Demostrecke' zur Aufstellung der Masten.

Sonderfahrleitungen erzeugen

Unter Sonderfahrleitungen werden hier Fahrleitungen bzw. Hochketten verstanden, die mit den vorhergehenden Programmteilen nicht erzeugt werden können. Dies sind zum Beispiel Abspannungen für Hochketten von Weichenüberspannungen oder Hochketten mit einer Fahrdrathöhenänderung, um unter einem Bauwerk hindurch geführt zu werden oder Hochketten mit einem Bogenabzug. Weiterhin können in diesem Modul die Endpunkte einer Hochkette in ihrer räumlichen Lage vollständig beeinflusst werden. Allerdings auch mit dem Ergebnis einer völlig unrealistischen Hochkette. Daher ist bei der Benutzung etwas Augenmaß und Vorsicht geboten. Weiterhin werden keine Grenzwerte überwacht. Auch sollten grundlegende Kenntnisse über den Bau von Fahrleitungsanlagen vorhanden sein. Hierzu verweise ich auf die aufgeführte Literatur.

Um Sonderfahrleitungen herzustellen, ist in der Hauptmaske **mindestens** die Fahrleitungsbauart zu wählen und nach dem Druck auf die Schaltfläche 'Sonderfahrleitungen' erscheint folgende Maske:

Sonderfahrleitungen

Bauart: Re160

Systemhöhe: 1,8m

Fahrdrathöhe: 5,5m

Seitliche Abweichung Tragseil [m] -L/+K: 0

Abweichung Tragseilhöhe [m]: 0

Spannweite [m]: 0

Stützpunkt 1

Stützpunkt 2

Abweichung Fahrdrathöhe [m]: 0

Resultierende Systemhöhe: 1,80m

Seitliche Abweichung Fahrdraht [m] -L/+K: 0

Dateiname: D:\Loksim3D\Objekte\Fahrleitung\ukf\..Bdobj

Sonderhochkette Codierung: SHK-Re160-0-180-550-0-0-0-0-0-0-0

Fahrleitung erzeugen

Zurück

Abbildung 54: Maske Sonderfahrleitungen

Hier sind die grundsätzlichen Eigenschaften der Hochkette angegeben, diese können **nur** in der Hauptmaske geändert werden.

Hier wird die seitliche Abweichung des Tragseiles eingetragen. Negative Werte entsprechen einer Position links vom Nullpunkt.

Die Abweichung der Tragseilhöhe wird hier eingetragen. Positive Werte heben das Tragseil an.

Bei der Fahrdrathöhe heben positive Werte den Fahrdraht an.

Für die seitliche Abweichung der Fahrdrathes gilt das oben Gesagte.

Hier werden der Dateiname und die Kodierung der Sonderfahrleitungen (Sonderhochkette) angezeigt.

Abbildung 55: Eingabe Stützpunkt 1

Die Kodierung der Sonderfahrleitung entspricht im Wesentlichen der Kodierung der normalen Fahrleitung. Es werden lediglich die acht Werte der vier Ecken hinzugefügt.

Die Spannweite wird hier angegeben, wenn diese nicht bereits aus der Hauptmaske übernommen wurde.

Zusätzlich können die Enden der Fahrleitung gesondert ausgestattet werden:

Ein Ende wird durch Setzen eines Hakens als Abspannung festgelegt.

Das Ende kann auch ohne Beiseil erstellt werden.

Hier wird der Dateiname festgelegt.

Abbildung 56: Eingabe Stützpunkt 1

Alle diese Angaben können auch für den Stützpunkt 2 gemacht werden.

Nach der Eingabe der erforderlichen Daten muß nun der Dateiname festgelegt werden. Hierzu drücken Sie auf die Schaltfläche 'Dateiname' und es öffnet sich ein Dateidialog. Beim ersten Aufruf wird das Verzeichnis *Loksim-Pfad\Objekte\Fahrleitung* geöffnet. Hier können Sie nun Ihr Unterverzeichnis eintragen und dort den Dateinamen angeben. Der Dateidialog verhält sich ähnlich wie bei der Erzeugung von Quertragwerken. Auch verweise ich zur Kodierung auf diesen Punkt der Dokumentation. Nachdem der Dateiname gewählt ist, kann mit einem Druck auf die Schaltfläche 'Fahrleitung erzeugen' die Sonderfahrleitung erzeugt werden.

Die Fahrleitungen werden nach folgendem Schema erzeugt:

- Wenn keine Optionen angehakt sind, wird die Fahrleitung gemäß ihrer Bauartfestlegung mit den angegebenen Eckwerten erzeugt.
- Wird ein Stützpunkt als Abspannung definiert, so wird die Hochkette analog zur Nachspannung, Teilkette 'AS2L' bzw. 'S1KA' erzeugt, allerdings ohne die Abspannrollen für die Radspanner. Diese Hochkette kann zum Beispiel als Festpunkt eingesetzt werden.
- Wird dieser Stützpunkt zusätzlich mit Radspanner definiert, so werden die Abspannrollen für die Radspanner eingefügt.
- Wird ein Stützpunkt ohne Beiseil definiert, so wird die Hochkette an diesem Stützpunkt mit dem ersten/letzten Hänger im Abstand von 2,50 m vom Stützpunkt erzeugt.

Die Fahrleitungen werden als Objekte oder Gruppenobjekte gespeichert. Die Einzelteile für Gruppenobjekte werden im Unterverzeichnis /SHK_ET/ abgelegt.

Hinweis:

Soll im Bahnhof ein Festpunkt für eine 'kurze' Nachspannstrecke erzeugt werden, so wird eine einfache Abspannung erzeugt und diese ohne Spannwerk an einem Gittermast oder einem anderen geeigneten Festpunkt befestigt.

Bei der Bauart Re200 werden weitere Optionen zur Festlegung der Stützpunkte angeboten:

Sonderfahrleitungen

Bauart: Re200
Systemhöhe: 2m
Fahrdrahthöhe: 5,5m
Seitliche Abweichung
Tragseil [m] -L/+K: 0
Abweichung
Tragseilhöhe [m]: 0
Spannweite [m]: 80
Stützpunkt 1

Abweichung
Fahrdrahthöhe [m]: 0
Beginnt mit Abspannung
Ohne Beiseil
Anschluß Re160
Stützpunkt K
Stützpunkt L
Resultierende
Systemhöhe: 2m
Seitliche Abweichung
Fahrdraht [m] -L/+K: 0
Dateiname: F:\Winsoft\Loksim3D\Objekte\Fahrleitung\UKL\Hochkette\Re200\,l3dobj
Sonderhochkette Codierung:SHK-Re200-8000-200-550-0-0-0-0-0-0-0-0-KL
Dateiname Fahrleitung erzeugen

Der Stützpunkt kann als Übergang zur Bauart Re160 ausgeführt werden.

Und die Art des Stützpunktes kann festgelegt werden.

Abbildung 57: Eingabe Stützpunkt 1 Re200

Bei den Bauarten Re250 und Re330 werden weitere Optionen zur Festlegung der Stützpunkte angeboten:

Sonderfahrleitungen

Bauart: Re250

Systemhöhe: 1,8m

Fahrdrahthöhe: 5,3m

Seitliche Abweichung
Tragseil [m] -L/+K
0

Abweichung
Tragseilhöhe [m] 0

Spannweite [m] 60

Stützpunkt 1

Abweichung
Fahrdrahthöhe [m] 0

Beginnt mit Abspannung

Ohne Beiseil

Beiseil 18m

Beiseil 14m

Resultierende
Systemhöhe
1,8m

Seitliche Abweichung
Fahrdraht [m] -L/+K
0

Dateiname: F:\Winsoft\Loksim3D\Objekte\Fahrleitung\UKL\Hochkette\Re250\l3dobj

Sonderhochkette Codierung:SHK-Re250-6000-180-530-0-0-0-0-0-0-0

Dateiname Fahrleitung erzeugen

Die unterschiedlichen Beiseillängen können hier angewählt werden. Vorbelegt ist immer das 18m-Beiseil.

Abbildung 58: Eingabe Stützpunkt 1 Re250

Hinweis: Für die Bauarten Re200, Re200mod, Re250 und Re330 sind keine Bogenabzüge vorgesehen, da Bogenabzüge in der Regel bei großen Spannweiten und kleinen Radien zu Einsatz kommen. Bei der Re200 wird bei 'kleinen' Radien die Bauart geändert und bei den anderen Bauarten sind aufgrund der fahrbaren Geschwindigkeiten keine kleinen Radien möglich.

Bogenabzug erzeugen

Um einen Bogenabzug zu erstellen, muß ein Haken für den Bogenabzug gesetzt werden.

The screenshot shows the 'Sonderfahrleitungen' software interface. It features a central diagram of a cable sag between two support points, 'Stützpunkt 1' and 'Stützpunkt 2'. The diagram includes a horizontal line for the span width and a curved line representing the cable sag. Below the diagram are various input fields and checkboxes for configuring the cable system. The 'Bogenabzug' checkbox is highlighted with a red circle and a red arrow pointing from the text above. Other visible fields include 'Spannweite [m]', 'Abstand: Stützpunkt 1-Bogenabzug [m]', 'Winkel [°]', and 'Auslenkung [m]'. The interface also displays system parameters like 'Bauart: Re160', 'Systemhöhe: 1,8m', and 'Fahrdrahthöhe: 5,5m'.

Abbildung 59: Bogenabzug

Es werden dann die folgenden drei Werte abgefragt:

- Anstand Stützpunkt 1 – Bogenabzug in Meter
- Den Winkel des Abzuges in Grad
 - Negative Werte ergeben einen Abzug nach links, positive Werte einen Abzug nach rechts.
- Die Auslenkung in Meter
 - Negative Werte ergeben einen Abzug nach links, positive Werte einen Abzug nach rechts.

Da sich der Winkel des Abzuges und dessen Auslenkung einander bedingen, wird der jeweils korrespondierende Wert automatisch berechnet und eingetragen.

Wichtig: Es wird nur die Auslenkung in den Eigenschaften gespeichert und ausgewertet.

Die Werte werden an der Hochkette wie unten dargestellt bestimmt.

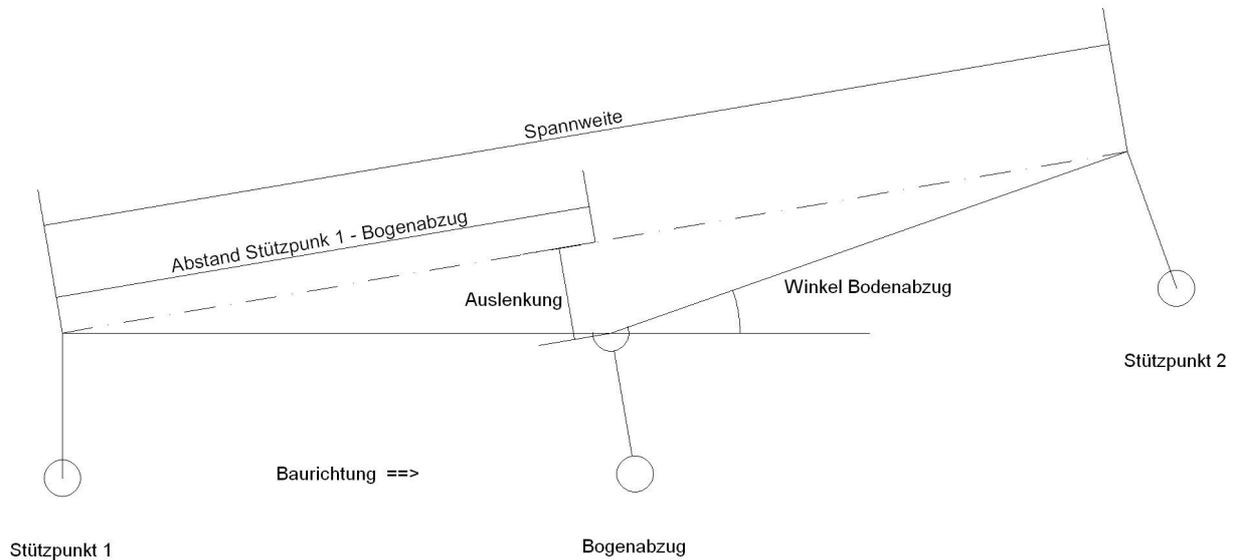


Abbildung 60: Bogenabzug, Wertezuordnung

Der entsprechende Mast für den Bogenabzug mit Zubehör muß individuell vom Streckenerbauer erstellt werden. Es gibt hierfür keine Muster im vorliegenden Paket.

Hochketten mit einem Streckentrenner erzeugen

Um eine Hochkette mit einem Streckentrenner zu erstellen, muß ein Haken für den Streckentrenner gesetzt werden.

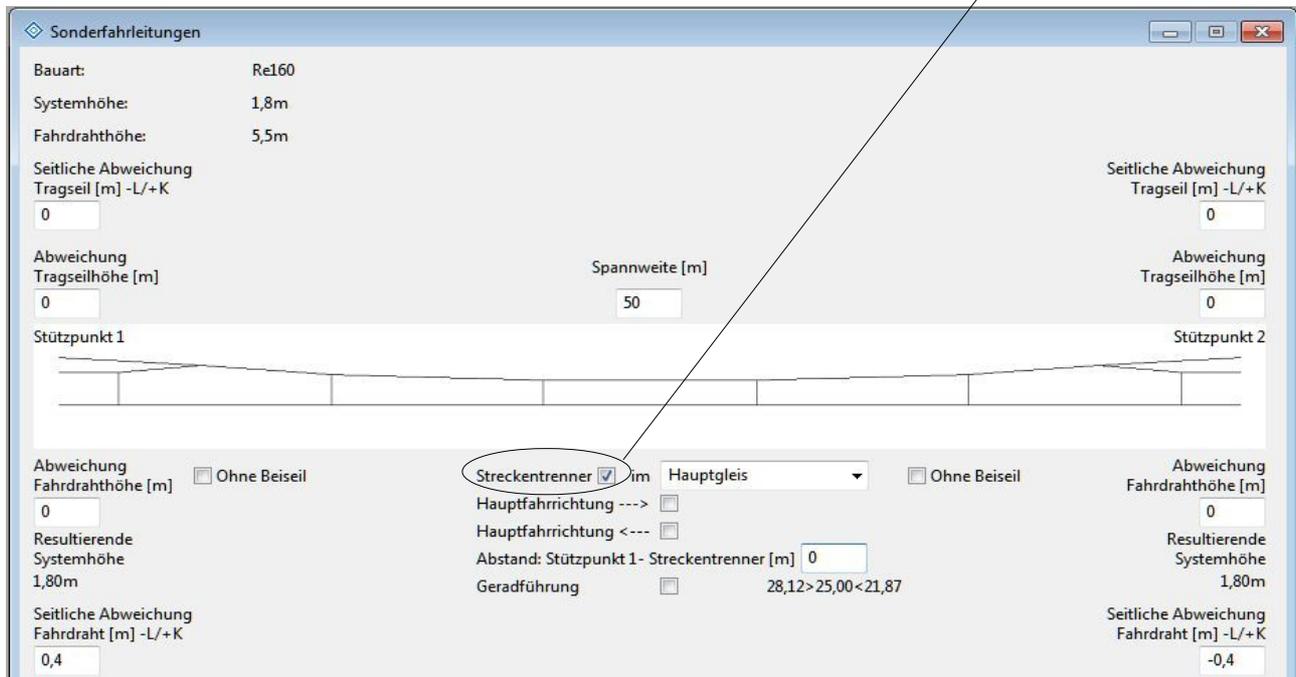


Abbildung 61: Streckentrenner

Es werden dann die folgenden Werte abgefragt bzw. Einträge angeboten:

- Art des Streckentrenners
- Angabe über die Hauptfahrrichtung.
 - -> Von Stützpunkt 1 nach Stützpunkt 2
 - <- Von Stützpunkt 2 nach Stützpunkt 1
- Der Abstand des Trenners vom Stützpunkt 1
 - Der Einfügepunkt des Trenners ist die Position der Tragrolle bzw. die Mitte des Trenners
- Angabe ob eine Geradföhrung eingebaut werden soll
 - Der Einbau einer Geradföhrung ist immer dann notwendig, wenn die Neigung des Tragseiles eine einwandfreie Wanderung der Tragrolle verhindert.

Die drei unterhalb des Eingabefeldes für den Einfügepunkt des Trenner dargestellten Zahlen beschreiben den möglichen Einfügebereich des Trenners. Diese Werte werden nur angezeigt, d.h. der Trenner kann auch an einem anderen Punkt ohne Fehlermeldung eingefügt werden. Wird '- > - < -' angezeigt, so kreuzen sich Tragseil und Fahrdrabt nicht, da diese parallel laufen.

Die Werte $28,12 > 25,00 < 21,87$ haben folgende Bedeutung:

- 28,12: Der Trenner befindet sich an diesem Punkt 5 cm rechts/links versetzt vom Tragseil und liegt damit nicht genau unter dem Tragseil.
- 25,00: Der Trenner befindet sich an diesem Punkt genau unter dem Tragseil. Dies ist der Regelfall und sollte stets angestrebt werden.
- 21,87: Der Trenner befindet sich an diesem Punkt 5 cm rechts/links versetzt vom Tragseil und liegt damit nicht genau unter dem Tragseil.

Folgende Streckentrennerbauarten stehen zur Verfügung:

Für die Fahrleitungsbauarten Re100, Re160, Re200 und Re200mod:

- Streckentrenner im Hauptgleis [HG]
- Streckentrenner im Hauptgleis mit Verstärkungsleiste [HGvl]
- Streckentrenner im Nebengleis [NG]
- Streckentrenner im Nebengleis mit Verstärkungsleiste [Ngvl]

Diese Streckentrenner sind mit maximal 120 km/h befahrbar und können mit einer Geradföhrung eingebaut werden.

Die Streckentrenner mit Verstärkungsleiste besitzen anstatt einer Fahrdrabtverstärkung eine Leiste am vorderen Ende.

Tipps und Kniffe

Fahrleitungslehren

Da die Fahrleitungsanlage unten Spannung steht (bis zu 25kV), müssen gewisse Mindestabstände zu geerdeten Teilen eingehalten werden. Auch ist die maximale Auslenkung des Fahrdrabtes, insbesondere in Kurven einzuhalten.

Um diese Maße einfach zu prüfen und einzuhalten, sind entsprechende Lehren als Objekte im Paket enthalten. Diese sind unter *Loksim-Pfad\Fahrleitung\uk\FL-Lehren* zu finden und mit der Fahrdrabthöhe einzufügen.

Zwischenablage/Clipboard

Um die Erstellung der Fahrleitungsanlage im Loksim-Editor zu vereinfachen, wird der Dateiname incl. Dateipfad in die Zwischenablage kopiert und kann mit Einfügen/Ctrl-V in den Editor eingefügt werden. Damit entfällt das Suchen der Fahrleitung im Editor. Bei der Erzeugung von Nachspannstrecken, Streckentrennungen und Festpunkten wird der jeweils letzte Dateiname in die Zwischenablage kopiert.

Dateinamen von Objekten

Bei der Gestaltung der Dateinamen und der Ordnerstruktur der mitgelieferten Objekten habe ich mich von folgenden Überlegungen leiten lassen:

- Sprechende Dateinamen
 Aus dem Dateinamen soll sich bereits herauslesen lassen, um welches Objekt es sich handelt und welche Eigenschaften es besitzt.
 Beispiel: Flachmast_Re160-180-550-Ld_Anker
 Mastbauart: Flachmast
 FL-Bauart: Re160
 Systemhöhe: 1,80 m
 Fahrdrathöhe: 5,50 m
 Auslegerart: Lang, Bauform d
 Besonderheit: Ankermast für Festpunkt
 Anderes Beispiel: Radspannwerk_N_Masthalterung_BT530
 Spannwerkstyp: Radspannwerk
 Spannwerksanordnung: Nebeneinander
 weitere Eigenschaft: Masthalterung für Betonmast, Fahrdrathöhe 5,30 m
- Ordnerstruktur
 Ich habe versucht, entsprechende Oberbegriffe zu finden, damit die Objekte sich schnell und einfach finden lassen.

Es ist mir bewußt, das sich bei der Vielzahl der Möglichkeiten die obigen Strukturen nicht immer zu 100% umsetzen lassen. Aber um eine gewisse Übersichtlichkeit zu erhalten, ist es gewiss nicht verkehrt, sich von diesen Überlegungen bei der Objekterstellung für den Fahrleitungsgenerator leiten zu lassen.

Lage des Fahrdrahtes und des Tragseils an den Stützpunkten

Nachfolgend sind die Lage des Fahrdrahtes und des Tragseils in den Stützpunkten der Nachspannungen und Streckentrennungen angegeben, die vom Programm unterstützt werden.

Hierbei bedeuten:

SH: Systemhöhe

FD: Fahrdrathöhe

b: Zickzack gem. Bauart

Nachspannung, zweifeldrig, Re1						
Stützpunkt	Fahrdraht			Tragseil		
	Höhe (y)	Seitlich (x)	Längs (z)	Höhe (y)	Seitlich (x)	Längs (z)
SP-Lang (SL)	FD	b-200mm	-350mm	SH	0mm	-350mm
SP-Kurz (SK)	FD	b	350mm	SH-300mm	150mm	350mm

Nachspannung, dreifeldrig, Re100, Re160, Re200, Re200mod, Re1, Re2						
Stützpunkt	Fahrdraht			Tragseil		
	Höhe (y)	Seitlich (x)	Längs (z)	Höhe (y)	Seitlich (x)	Längs (z)
SP2-Lang (S2L)	FD+200mm	b-200mm	-350mm	SH	0mm	-350mm
SP2-Kurz (S2K)	FD	b	350mm	SH+200mm	150mm	350mm
SP1-Lang (S1L)	FD	-b	-350mm	SH	0mm	-350mm
SP1-Kurz (S1K)	FD+200mm	-b+200mm	350mm	SH+200mm	150mm	350mm

Nachspannung, fünffeldrig, Re250, Re330						
Stützpunkt	Fahrdraht			Tragseil		
	Höhe (y)	Seitlich (x)	Längs (z)	Höhe (y)	Seitlich (x)	Längs (z)
SPA-Lang (SAL)	FD+500mm	-b-450mm	-350mm	SH+500mm	-b-450mm	-350mm
SPA-Kurz (SAK)	FD	-b	350mm	SH-250mm	-b	350mm
SPB-Lang (SBL)	FD+150mm	b-450mm	-350mm	SH+500mm	b-450mm	-350mm
SPB-Kurz (SBK)	FD	b	350mm	SH-250mm	b	350mm
SPC-Lang (SCL)	FD	-b	-350mm	SH	-b	-350mm
SPC-Kurz (SCK)	FD+150mm	-b+450mm	350mm	SH+500mm	-b+450mm	350mm
SPD-Lang (SDL)	FD	b	-350mm	SH	b	-350mm
SPD-Kurz (SDK)	FD+500mm	b+450mm	350mm	SH+500mm	b+450mm	350mm

Streckentrennung, dreifeldrig, Re100, Re160, Re200, Re200mod						
Stützpunkt	Fahrdraht			Tragseil		
	Höhe (y)	Seitlich (x)	Längs (z)	Höhe (y)	Seitlich (x)	Längs (z)
SP2-Lang (S2L)	FD+500mm	b-450mm	-350mm	SH+50mm	-250mm	-350mm
SP2-Kurz (S2K)	FD	b	350mm	SH+300mm	250mm	350mm
SP1-Lang (S1L)	FD	-b	-350mm	SH+50mm	-250mm	-350mm
SP1-Kurz (S1K)	FD+500mm	-b+450mm	350mm	SH+300mm	250mm	350mm

Streckentrennung, fünffeldrig, Re250, Re330						
Stützpunkt	Fahrdraht			Tragseil		
	Höhe (y)	Seitlich (x)	Längs (z)	Höhe (y)	Seitlich (x)	Längs (z)
SPA-Lang (SAL)	FD+500mm	-b-450mm	-350mm	SH+500mm	-b-450mm	-350mm
SPA-Kurz (SAK)	FD	-b	350mm	SH-250mm	-b	350mm
SPB-Lang (SBL)	FD+150mm	b-450mm	-350mm	SH+500mm	b-450mm	-350mm
SPB-Kurz (SBK)	FD	b	350mm	SH-250mm	b	350mm
SPC-Lang (SCL)	FD	-b	-350mm	SH	-b	-350mm
SPC-Kurz (SCK)	FD+150mm	-b+450mm	350mm	SH+500mm	-b+450mm	350mm
SPD-Lang (SDL)	FD	b	-350mm	SH	b	-350mm
SPD-Kurz (SDK)	FD+500mm	b+450mm	350mm	SH+500mm	b+450mm	350mm

Nachfolgend sind die Lage des Fahrdrahtes und des Tragseils an den Spannwerken angegeben, die vom Programm unterstützt werden.

Hierbei bedeutet:

FD: Fahrdrahthöhe

AB: Abstand Gleismitte-Mastmitte

Spannwerk	Fahrdraht			Tragseil		
	Höhe (y)	Seitlich (x)	Längs (z)	Höhe (y)	Seitlich (x)	Längs (z)
Radspanner, übereinander (RU)	FD +500mm	AB -150mm	(-670mm)	FD +1200mm	AB +250mm	(-670mm)
Radspanner, nebeneinander (RN)	FD +900mm	AB -200mm	(-670mm)	FD +900mm	AB +200mm	(-670mm)
Radspanner, voreinander (RV)	FD +500mm	AB -10mm	(-670mm)	FD +1200mm	AB +70mm	(-1100m)

Da bei der gemeinsamen Abspannung (RG) der Fahrdraht und das Tragseil gemeinsam abgespannt werden, ist diese Abspannung nicht in der obigen Tabelle enthalten.

Lage des Fahrdrabtes in Kurven bzw. Größe der Auslenkung am Stützpunkt

In Kurven wird der Zick-Zack zunächst weitergeführt. Bei zunehmend kleineren Radien wird der Zick-Zack zurückgeführt und es werden Bogenaußen nur noch Stützpunkte K und Bogeninnen nur noch Stützpunkte L eingebaut. Weiterhin wird die maximale Spannweite verkürzt.

Die nachfolgende Tabelle gibt die seitliche Abweichung (Zick-Zack) in Abhängigkeit zum Radius wieder.

Radius	max. Spannweite	Stützpunkt 1	Stützpunkt 2
∞	80,0 m	-400 mm	+400 mm
20.000 m	80,0 m	-400 mm	+320 mm
10.000 m	80,0 m	-400 mm	+240 mm
7.000 m	80,0 m	-400 mm	+170 mm
5.000 m	80,0 m	-400 mm	+80 mm
4.000 m	80,0 m	-400 mm	0 mm
3.500 m	80,0 m	-400 mm	-60 mm
3.000 m	80,0 m	-400 mm	-130 mm
2.700 m	80,0 m	-400 mm	-190 mm
2.400 m	80,0 m	-400 mm	-270 mm
2.000 m	80,0 m	-400 mm	-400 mm
1.800 m	79,8 m	-400 mm	-400 mm
1.600 m	77,5 m	-400 mm	-400 mm
1.500 m	76,2 m	-400 mm	-400 mm
1.400 m	74,7 m	-400 mm	-400 mm
1.300 m	73,2 m	-400 mm	-400 mm
1.200 m	71,6 m	-400 mm	-400 mm
1.100 m	69,7 m	-400 mm	-400 mm
1.000 m	67,7 m	-400 mm	-400 mm
900 m	65,1 m	-400 mm	-400 mm
800 m	62,5 m	-400 mm	-400 mm
700 m	59,8 m	-400 mm	-400 mm
600 m	56,1 m	-400 mm	-400 mm
500 m	52,4 m	-400 mm	-400 mm
400 m	47,9 m	-400 mm	-400 mm
300 m	42,5 m	-400 mm	-400 mm
250 m	38,6 m	-400 mm	-400 mm
150 m	33,4 m	-400 mm	-400 mm

Bei Radien zwischen 20.000 m und 2.000 m kann man versuchen, den Zick-Zack am Stützpunkt 2 mit 0 mm bzw. -400 mm durch die Verringerung der Spannweite zu erreichen.

Lage des Fahrdrabtes bei der Überspannung von einfachen Weichen

Bei der Überspannung einfacher Weichen ist darauf zu achten, dass sich der Fahrdrabt in dem schraffierten Bereich kreuzt.

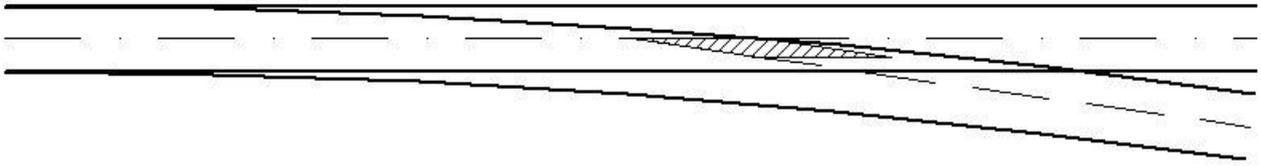


Abbildung 62: Überspannung einfache Weiche

Programm- und Dateiverzeichnisse

Programmverzeichnis:

Loksim-Pfad\Tools\ukl\

Dateiverzeichnisse für:

- Hochkette:
Loksim-Pfad\Fahrleitung\ukl\Hochkette\\
- Einzelteile der Hochkette:
Loksim-Pfad\Fahrleitung\ukl\Hochkette\\ET\
- Hochketten der Nachspannung:
Loksim-Pfad\Fahrleitung\ukl\Hochkette\\N\
- Einzelteile der Hochkette Nachspannungen:
Loksim-Pfad\Fahrleitung\ukl\Hochkette\\N\ET\
- Hochketten der Streckentrennung:
Loksim-Pfad\Fahrleitung\ukl\Hochkette\\S\
- Einzelteile der Hochkette Streckentrennung:
Loksim-Pfad\Fahrleitung\ukl\Hochkette\\S\ET\
- Hochketten der Festpunkte:
Loksim-Pfad\Fahrleitung\ukl\Hochkette\\F\
- Einzelteile der Ankerseile Festpunkte:
Loksim-Pfad\Fahrleitung\ukl\Hochkette\\F\ET\
- Einzelteile:
Loksim-Pfad\Fahrleitung\ukl\Einzelteile\
- Gittermasten:
Loksim-Pfad\Fahrleitung\ukl\Einzelteile\Gittermasten\
- Komplette Quertragwerke:
Loksim-Pfad\<Benutzerabhängig>\,
Vorgabe: *Loksim-Pfad*\Fahrleitung\\
<Name> muß vom Benutzer im Dateidialog eingegeben werden!
- Quertragwerke (Nur die Quertragkette):
Loksim-Pfad\<Benutzerabhängig>\QTW_ET\
Dieses Verzeichnis wird automatisch erzeugt und kann nicht gesondert eingegeben werden.
- Sonderhochketten (Nur die Fahrleitungskette):
Loksim-Pfad\<Benutzerabhängig>\SHK_ET\
Dieses Verzeichnis wird automatisch erzeugt und kann nicht gesondert eingegeben werden.
- Fahrleitungslehren:
Loksim-Pfad\Fahrleitung\ukl\FL-Lehren\

Loksim-Pfad:
Der Pfad zum Loksimverzeichnis.

Demostrecke:
Loksim-Pfad\Strecken\ukl\Fahrleitungsgenerator.l3dstr

Musteraufbauten:
Loksim-Pfad\Strecken\ukl\Fahrleitungsmusterbau.l3dstr

Im Verzeichnis *Loksim-Pfad*\Fahrleitung\ukl\ befinden sich zusätzlich Unterverzeichnisse für Streckenmasten, Spannwerke und Fahrleitungslehren.

Glossar

- **Bogenabzug:**
Ein Bogenabzug legt den Fahrdraht und das Tragseil seitlich fest, ohne dass ein Ausleger mit Tragfunktion eingesetzt wird. Dies kann bei kleinen Radien notwendig werden.
- **DB:**
Deutsche Bundesbahn (1949-1994)
- **DBAG:**
Deutsche Bahn AG (seit 1994)
- **DR:**
Deutsche Reichsbahn (1949-1994)
- **Fahrleitung:**
Oberbegriff für alle Arten der Stromzuführung von Fahrzeugen. Hier synonym für Oberleitung verwendet.
- **Fahrleitungsbauart:**
In Regelzeichnungen festgelegte Ausführung einer Fahrleitung. Zur Zeit sind folgende Bauarten darstellbar:
 1. Re100 der DB/DBAG
 2. Re160 der DB/DBAG
 3. Re200 der DB/DBAG
 4. Re200mod der DB/DBAG
 5. Re250 der DB/DBAG
 6. Re330 der DB/DBAG
 7. Re1 der DR
 8. Re2 der DR
- **Feld:**
Bereich zwischen zwei Stützpunkten bzw. zwei Masten. Die Länge eines Feldes entspricht der Spannweite.
- **Gittermast:**
siehe Winkelmast.
- **Hauptfahrriichtung:**
Die Fahrriichtung in der der überwiegenden Teil des Verkehrs abgewickelt wird. Bei zweigleisigen Strecken der deutschen Eisenbahnen ist dies das jeweils rechte Gleis.
- **Hochkette:**
Als Hochkettenfahrleitung wird eine Fahrleitungskette, die aus Fahrdraht, Tragseil und Hängern besteht und bei der sich das Tragseil über dem Fahrdraht befindet, bezeichnet. Dies ist die Regelbauart für Fahrleitungen für hohe Geschwindigkeiten.
- **Nachspannung:**
Als Nachspannung wird der Übergang von zwei Kettenwerken bezeichnet. Dient die Nachspannung als elektrische Trennung, so wird von einer Streckentrennung gesprochen.
- **SOK:**
Schienenoberkante
- **Spannweite:**
Abstand zwischen zwei Stützpunkten bzw. zwei Masten.

- **Spannwerk:**
Das Spannwerk hält den erforderlichen Horizontalzug über den gesamten Temperaturbereich im Kettenwerk aufrecht. Diese sind in der Regel als Radspannwerke ausgeführt.
- **Stützpunkt:**
Am Stützpunkt wird das Tragseil und der Fahrdraht aufgehängt. Der Bereich zwischen zwei Stützpunkten wird als Feld bezeichnet. Der Abstand der Stützpunkte entspricht der Spannweite.
- **Streckentrenner:**
Ein in die Hochkette eingefügtes Bauteil zur elektrischen Trennung einer Hochkette. Er besteht aus einer isolierten Trennstelle im Tragseil sowie einer überfahrbaren isolierten Trennstelle im Fahrdraht.
- **Streckentrennung:**
Eine Nachspannung mit elektrischer Trennung.
- **Systemhöhe:**
Höhe zwischen Fahrdraht und Tragseil am Stützpunkt.
- **Winkelmast:**
Winkelmasten werden auch als Gittermasten bezeichnet. Diese bestehen aus vier Winkelprofilen und sind mit Diagonalstreben ausgesteift.
- **Zickzack**
Seitenverschiebung des Fahrdrahtes an den Stützpunkten gegenüber der Gleisachse.
- **Zwangspunkt**
Unter einem Zwangspunkt wird ein Punkt der Fahrleitungsanlage verstanden, der zwingend vorgegeben oder festgelegt ist. Solche Zwangspunkte sind Nachspannstrecken, Streckentrennungen, Brücken und andere Überführungsbauwerke sowie Weichen und Kreuzungen. Auf diese Punkte muß bei der Ausgestaltung der Fahrleitungsanlage Rücksicht genommen werden.

Quellen

(Reihenfolge ohne Wertung)

Kießling; Puschmann; Schmieder; Schmidt
Fahrleitungen elektrischer Bahnen
B. G. Teubner, ISBN 3-519-16177-X

Fendrich, Lothar [Hrsg.]
Handbuch Eisenbahninfrastruktur
Springer, ISBN 3-540-29581-X

Hans-Joachim Spieth
Die Oberleitung im Modell, Kleine Modellbahn-Reihe Band 14,
Alba Buchverlag Düsseldorf, 2. Auflage 1977

Georg Schwach
Oberleitungen für hochgespannten Einphasenwechselstrom in Deutschland
Österreich und der Schweiz, Bern 1989
<http://homepage.hispeed.ch/wili-the-wire/doc/schwach/Verzeichnis.htm>

Uwe Klein
im Oktober 2015