



Beeinflussung durch Wechselstrom- Bahnanlagen

Einführung in die Grundlagen der Bahnstromversorgung
Allgemeines zu den Richtlinien 819.0801 bis 819.0806
Einführung in die Thematik Beeinflussungsberechnung

05.11.2024 | Online

Grundlagen der Bahnstromversorgung

110 kV-Bahnstromleitung

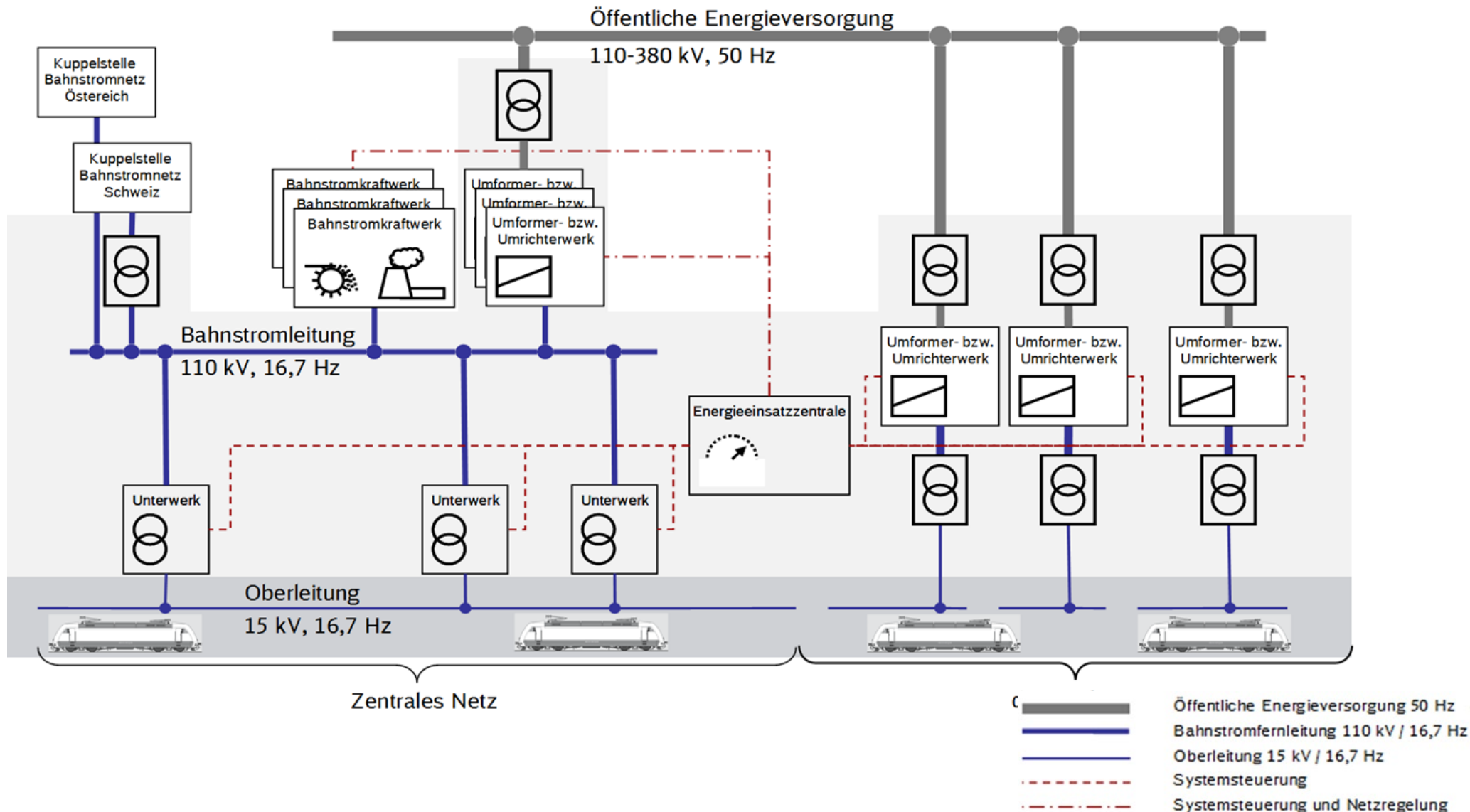
15 kV-Oberleitung

Allgemeines zu den Richtlinien 819.0801 bis 819.0806

Einführung in die Thematik Beeinflussungsberechnung

Grundlagen der Bahnstromversorgung

Grundlagen der Bahnstromversorgung



Quelle: DB Energie

Grundlagen der Bahnstromversorgung



110 kV-Bahnstromleitung

110 kV-Freileitungsnetz
der DB Energie mit etwa
7900 km Gesamtlänge



© DB Energie GmbH, Stand: 31.12.2013, Alle Rechte vorbehalten

Grundlagen der Bahnstromversorgung

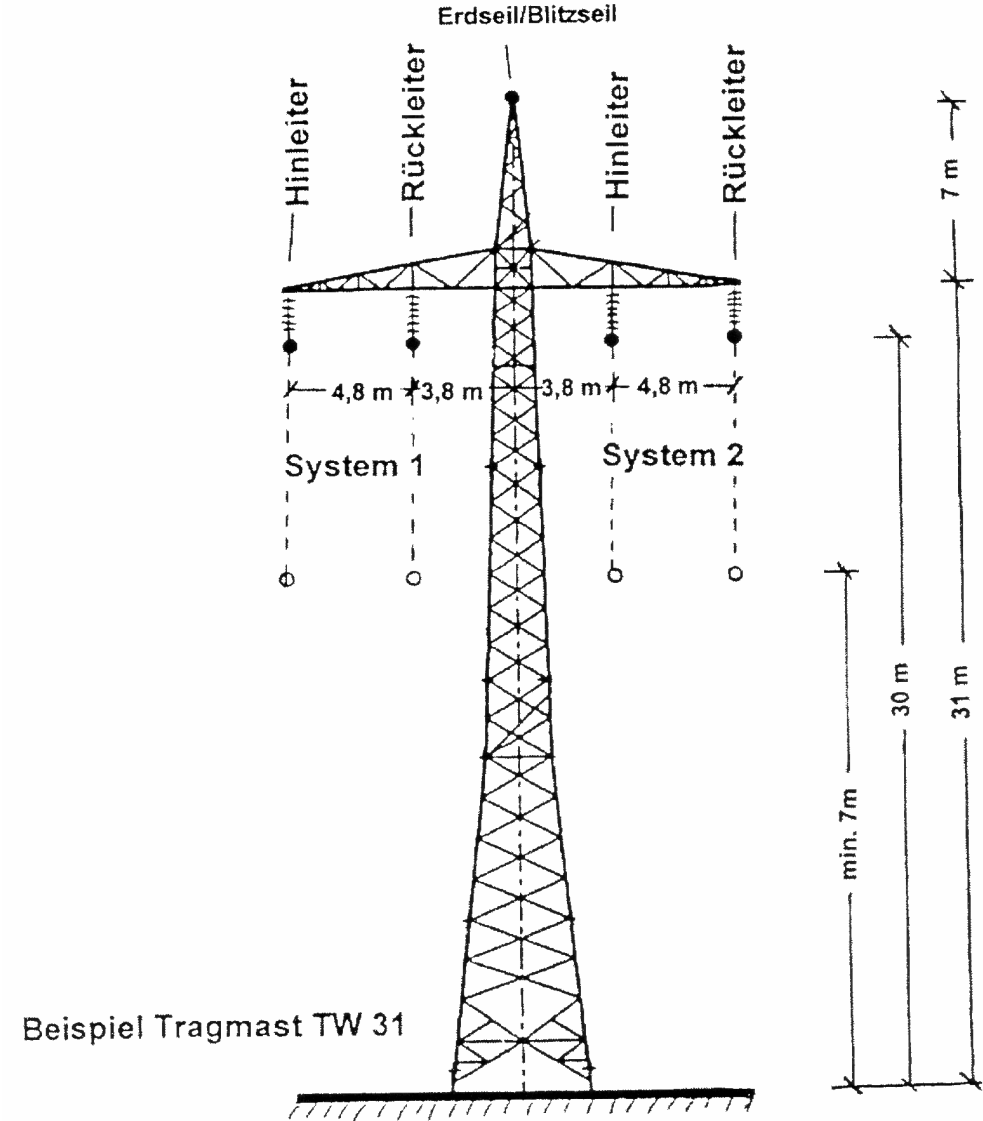


110 kV-Bahnstromleitung

Typische Mastkopfgeometrien



Bilder: DB Systemtechnik



Beispiel Tragmast TW 31

Quelle: DB Energie

Grundlagen der Bahnstromversorgung



15 kV-Oberleitung

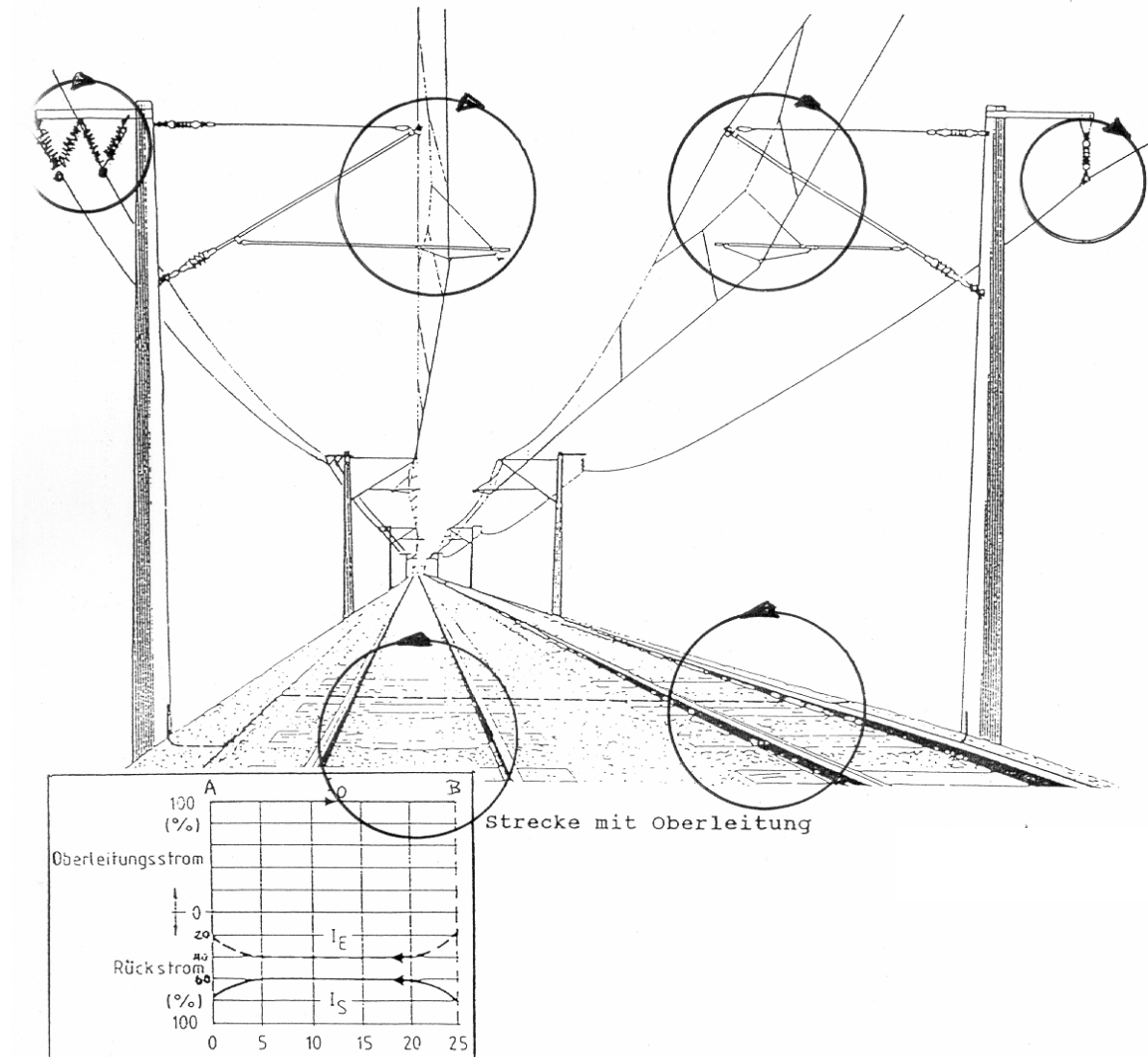
Etwa 20 000 Streckenkilometer elektrifiziert bei einer Gesamtstreckenlänge von etwa 34 000 km

I_O Strom in der Oberleitung

I_E Strom in der Erde

I_S Strom in der Schiene

$$I_O \neq I_S$$

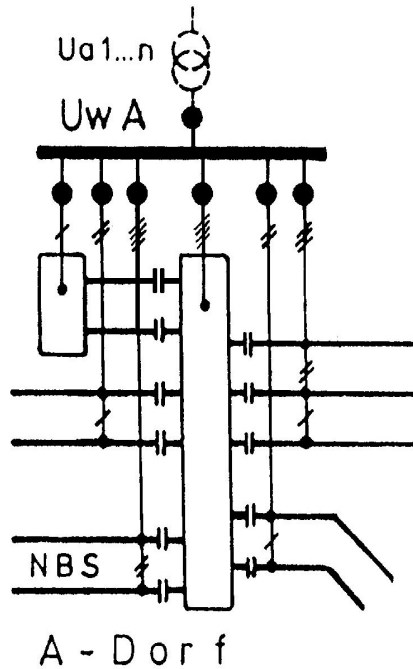


Quelle: DB Energie

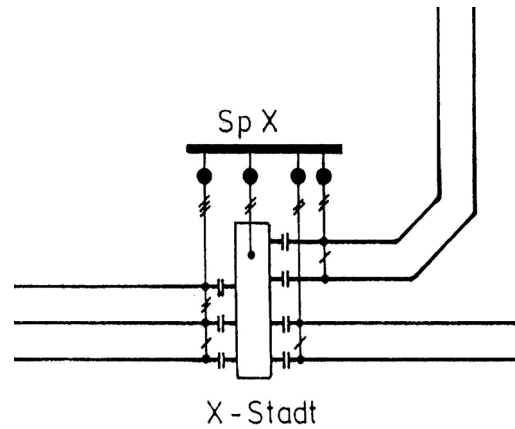
Grundlagen der Bahnstromversorgung



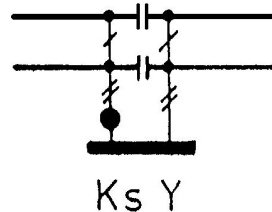
15 kV-Oberleitung Schaltanlagen bei der Oberleitungsspeisung



Unterwerk



Schaltposten



Kuppelstelle

Quelle: DB Energie

- Unterwerke zur Transformation und Einspeisung des Bahnstroms in die Oberleitung
- Ausrüstung mit 2 – 4 Trafos in Leistungsklassen 10/15 MVA
- Einspeiseabstände abhängig von Spannungsabfall entlang der Strecke, beeinflusst von:
 - Betriebsprogramm
 - Topologie der Strecke
 - Streckengeschwindigkeit
 - Zugfolge, Zuglast
 - Triebfahrzeugleistungen
- Schaltposten als 15 kV-Schaltanlage mit mehr als 2 Leistungsschaltern (LS) zum Potentialausgleich unterschiedlicher Strecken
- Kuppelstelle mit max. 1 LS zur Längsunterteilung von Strecken

Allgemeines zu den Richtlinien 819.0801 bis 819.0806

A thick, solid red horizontal bar is positioned below the title.

Allgemeines zu den Richtlinien 819.0801 bis 819.0806



Beeinflussung von LST-Anlagen, Regelwerk:

Richtlinie 819.08xx „LST-Anlagen planen; Beeinflussung und Schutzmaßnahmen von LST- und TK-Technik“

Die Einhaltung des Regelwerkes ist unabdingbar für die Verfügbarkeit bzw. Zuverlässigkeit von LST-Anlagen und für die betriebliche Sicherheit!

- 819.0801 „Beeinflussung und Schutzmaßnahmen von LST- und TK-Technik – Übersicht“
- 819.0802 „Beeinflussung und Schutzmaßnahmen Starkstrombeeinflussung Induktive Beeinflussung – Übersicht“
- 819.0803 „Beeinflussung und Schutzmaßnahmen Starkstrombeeinflussung durch das Bahnsystem Induktive Beeinflussung – Berechnung“
- 819.0804 „Beeinflussung und Schutzmaßnahmen Grenzwerte der Beeinflussungsspannung“
- 819.0805 „Beeinflussung und Schutzmaßnahmen Induktive Beeinflussung – Schutzmaßnahmen“
- 819.0806 „Beeinflussung und Schutzmaßnahmen Starkstrombeeinflussung durch das Bahnsystem Induktive Beeinflussung – Beispiel“

819.0801 „Beeinflussung und Schutzmaßnahmen von LST- und TK-Technik – Übersicht“

Inhalte der Richtlinie:

- Überblick über elektromagnetische Umwelt im Bahnbereich
- Starkstrombeeinflussung
- Übersicht über die Notwendigkeit der Untersuchung bei Drehstromanlagen
- Übersicht über die Notwendigkeit der Untersuchung bei Bahnstromanlagen
- Beeinflussung und EMV allgemein

819.0802 „Beeinflussung und Schutzmaßnahmen Starkstrombeeinflussung Induktive Beeinflussung – Übersicht“

Inhalte der Richtlinie:

- Grundlagen
- Zusammenhänge
- Nachweis für die Einhaltung der Grenzwerte
- Vorgehensweise bei der Berechnung und beim Nachweis
- Messung der Beeinflussungsspannung
- Arbeitsschutz

819.0803 „Beeinflussung und Schutzmaßnahmen Starkstrombeeinflussung durch das Bahnsystem Induktive Beeinflussung – Berechnung“

Inhalte der Richtlinie:

- Allgemeines
- Berechnungsgleichung
- Ausgangsdaten
- Berechnung der induktiven Beeinflussung durch die Oberleitung
- Überschlagsrechnung für die induktive Beeinflussung durch die Oberleitung
- Berechnung der induktiven Beeinflussung durch 110 kV-Bahnstromleitung
- Berechnung der induktiven Beeinflussung durch Einleiterkabel
- Beeinflussung durch mehrere beeinflussende Systeme
- Anhang 1: spezifische Erdleitfähigkeiten für die neuen Bundesländer
- Anhang 2: Diagramme zur Gegeninduktivität
- Anhang 3: Richtiges Lesen von Stromdiagrammen

Allgemeines zu den Richtlinien 819.0801 bis 819.0806



819.0804 „Beeinflussung und Schutzmaßnahmen Grenzwerte der Beeinflussungsspannung“

Inhalte der Richtlinie:

- Grundsatzforderungen – Erdfreiheit
- Grundsatzfestlegungen
- Grenzwertetabelle für Kurzzeit- und Langzeitbeeinflussung
 - Spalte 2 und 3 für bestehende Anlagen der DB und DR
 - Spalte 4 und 5 für neu zu errichtende Anlagen der DB AG

819.0805 „Beeinflussung und Schutzmaßnahmen Induktive Beeinflussung – Schutzmaßnahmen“

Inhalte der Richtlinie:

- Allgemeines
- Zusammenstellung der möglichen Schutzmaßnahmen
- Verkürzung der Beeinflussungslänge
- Kabel mit Induktionsschutz
- Andere geerdete Leiter (Kompensationsleiter usw.)
- Einsatz anderer Technik
- Anhang 1: Reduktionsfaktorkurven für spezielle Kabel

819.0806 „Beeinflussung und Schutzmaßnahmen Starkstrombeeinflussung durch das Bahnsystem Induktive Beeinflussung – Beispiel“

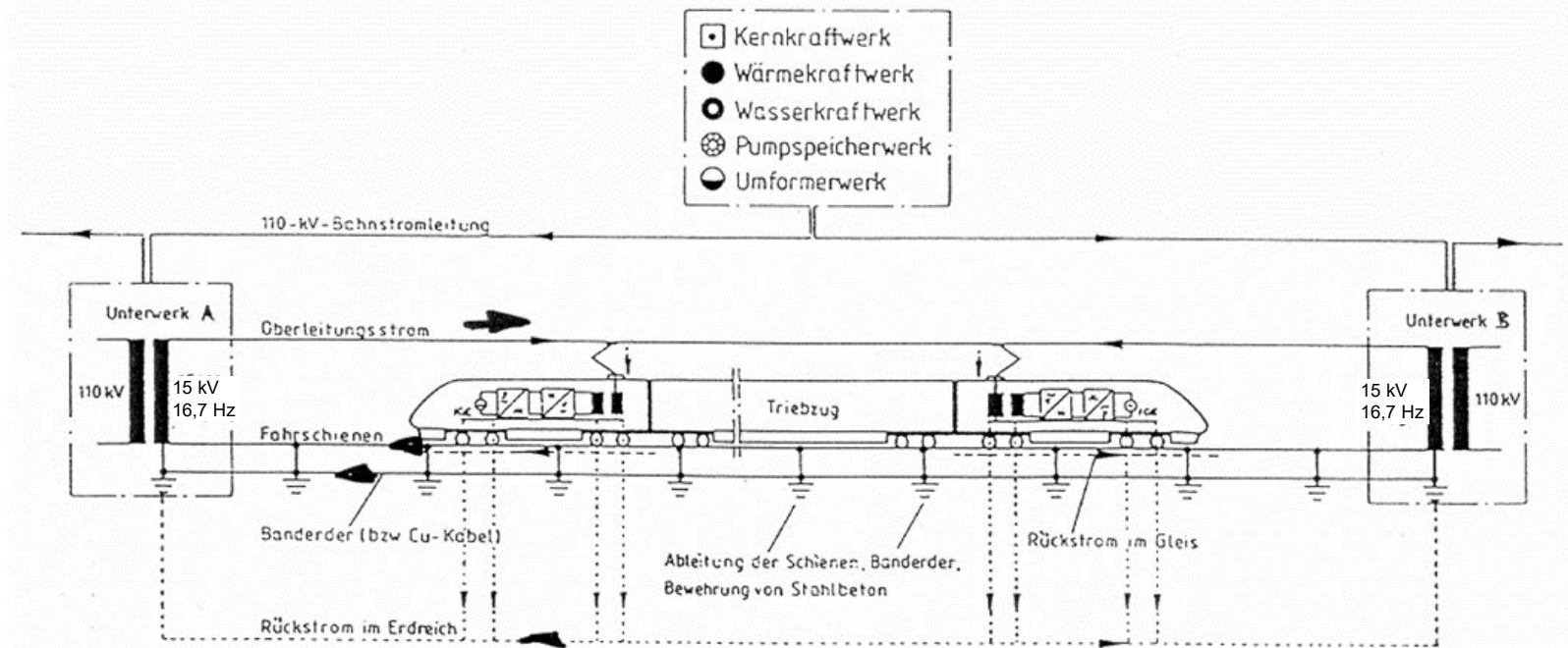
Inhalte der Richtlinie:

- Allgemeines
- Ausgangssituation
- Überschlagsrechnung
- Ausführliche Berechnung
- Vergleich mit den Grenzwerten
- Schutzmaßnahmen

Einführung in die Thematik Beeinflussungsberechnung

Beeinflussungssituation bei Wechselstrombahnen

Stromkreisschema einer 15 kV-Wechselstrombahn

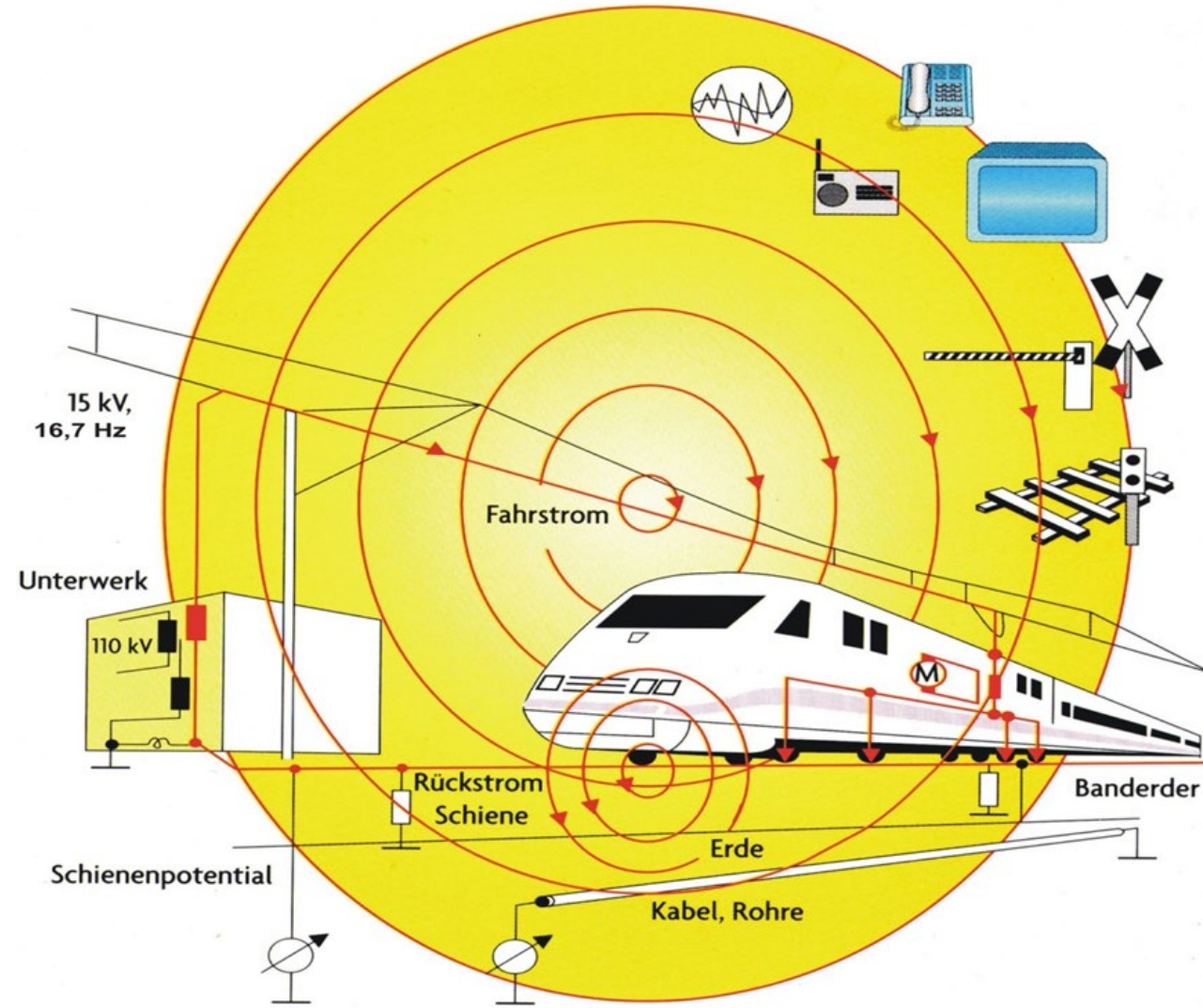


Bedingungen	Schienen	Erde	Rückleiterseile
freie Strecke ohne Rückleiterseile	50...60 %	50...40 %	-
freie Strecke mit Rückleiterseilen	40%	30%	30%
in Unterwerksnähe (bis ca. 3 km)	70...85 %	30...15 %	-
Tunnel mit durchverbundener Bewehrung	35%	35%	30 % (bzw. in Bewehrung)

Typische Rückstromaufteilung laut RiL 997.0201

Einführung in die Thematik Beeinflussungsberechnung

Beeinflussungssituation bei Wechselstrombahnen



Induktive Beeinflussung

Berechnungsformel

$$U_{\text{Lind}} = 2\pi f * I * M' * r_{\text{ges}} * l$$

U_{Lind} Induzierte Längsspannung zwischen den Endpunkten der galvanisch durchverbundenen Leitung

f Frequenz des beeinflussenden Stromes $\rightarrow 16,7$ Hz

I Beeinflussender Strom (bei Fahrstrom $I=I_F$, bei Kurzschlussstrom $I=I_K * w$)

M' Gegeninduktivität zwischen Kabel und Bahn-Oberleitung

r_{ges} Gesamtreduktionsfaktor

$$r_{\text{ges}} = r_S * r_E * r_X \leq 1$$

r_S Schienenreduktionsfaktor

r_E Reduktionsfaktor des Erdseiles bzw. Rückleiters (wenn vorhanden)

r_X Reduktionsfaktor benachbarter, anderer geerdeter Leiter

l Wirksame Länge der Näherung

w Erwartungsfaktor $w = 0,7$ im Kurzschlussfall

Induktive Beeinflussung

Berechnung der Gegeninduktivität M' nach RiL 819.0803 oder TE 1 der SfB

$$x = a * \sqrt{2 * \pi * f * \mu_0 * K}$$

1. Schritt

- x Hilfsgröße zur Berechnung
- a Abstand in m
- μ_0 magnetische Feldkonstante in H/m
- k spezifische Erdleitfähigkeit in S/m

2. Schritt

wenn $x \leq 10$,
dann ist

$$M' = 142,5 + 45,96 * x - 1,413 * x^2 - 198,4 * \ln(x)$$

wenn $x > 10$,
dann ist

$$M' = 400 / x^2 \quad (M' \text{ in } \mu\text{H/km})$$

Induktive Beeinflussung

Berechnung Schienenreduktionsfaktor r_s

Anzahl der Gleise	Außerhalb des Nahbereichs (normal)	Innerhalb des Nahbereichs (reduziert)
1 - 2	0,50	0,25
3 - 6	0,35	0,15
≥ 7	0,20	0,15

Berechnung Reduktionsfaktor r_E des Rückleiters

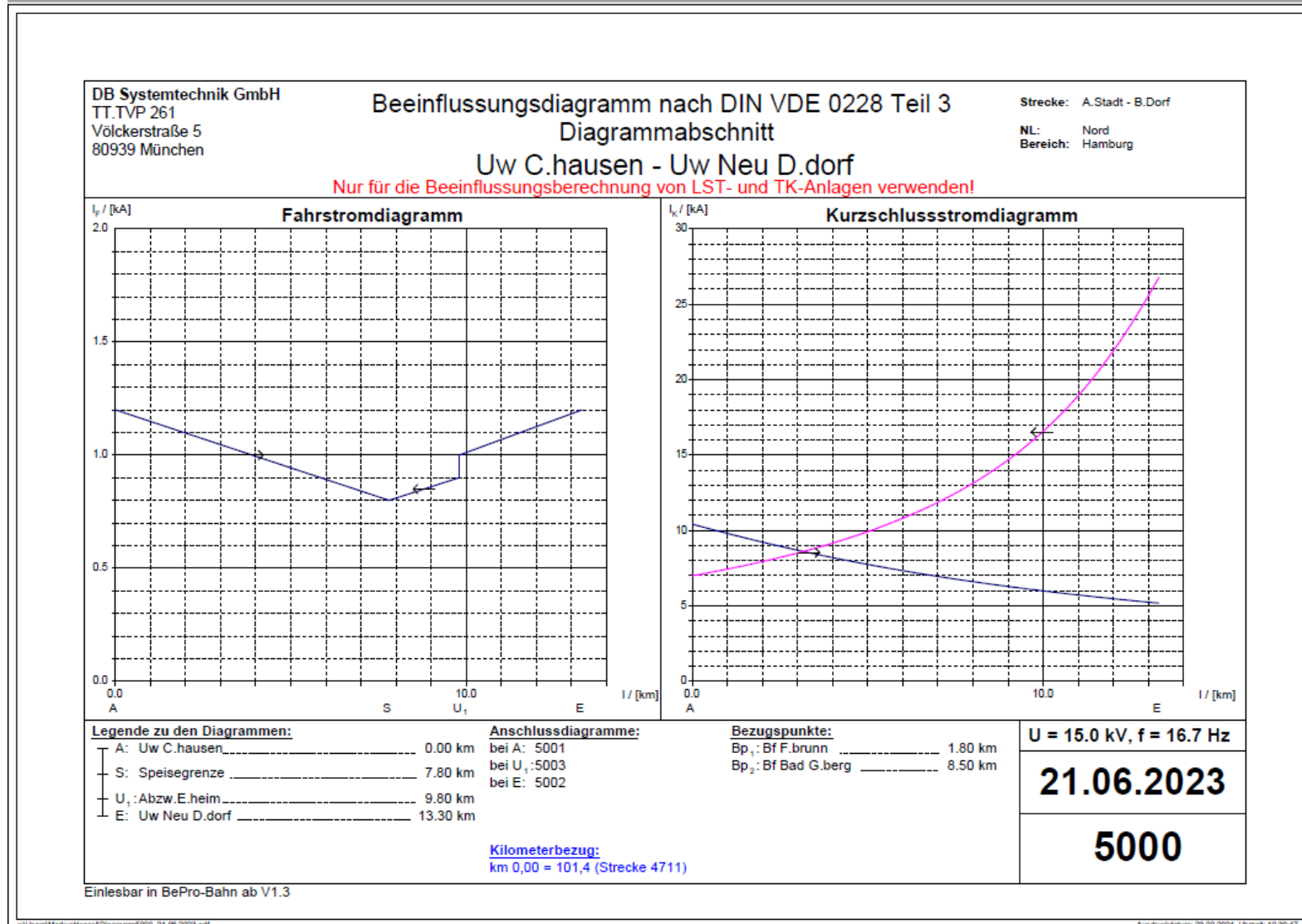
Anzahl der Gleise	r_E
1 - 2	0,7
3 - 6	0,8
≥ 7	1,00

r_E nur anwendbar bei Beachtung bestimmter Bedingungen für die Rückleiterseile!

Einführung in die Thematik Beeinflussungsberechnung



Induktive Beeinflussung - Anwendung von Stromdiagrammen

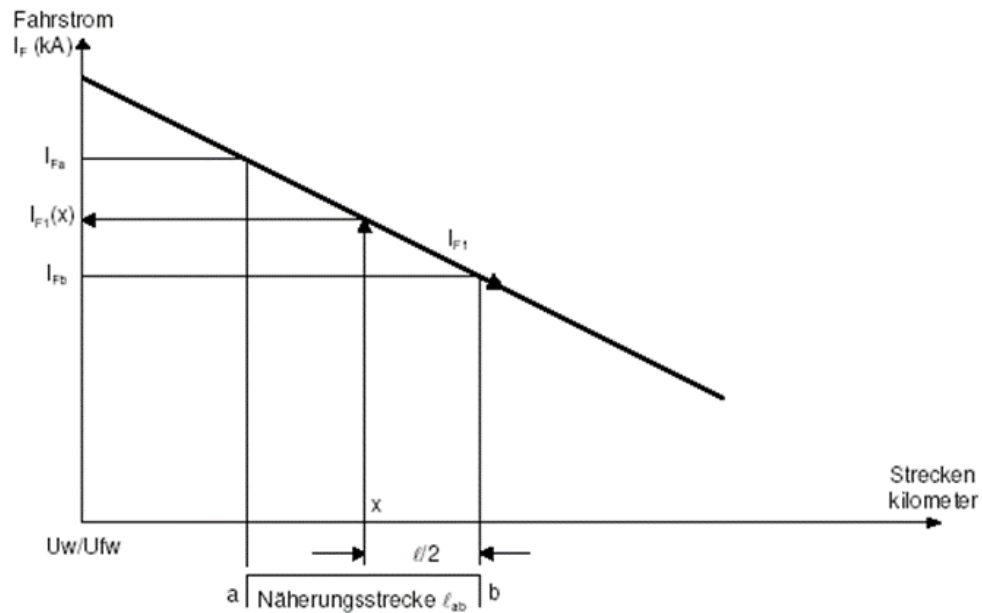


Einführung in die Thematik Beeinflussungsberechnung

Induktive Beeinflussung - Anwendung von Stromdiagrammen

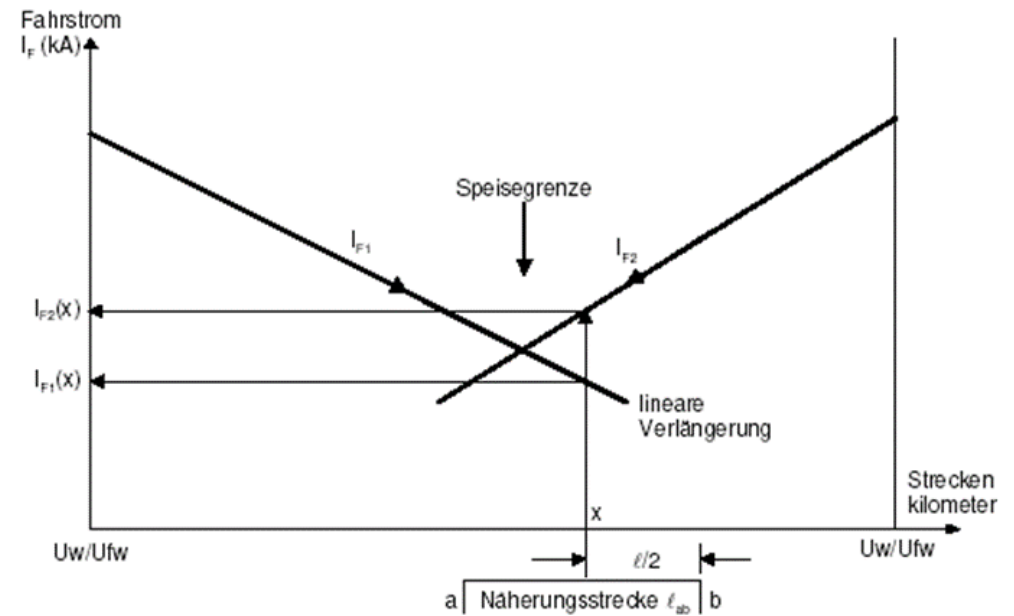
Bestimmung des relevanten Fahrstromes

Einseitige Speisung



$$I_{Fab} = I_{F1}(x) = \frac{I_{Fa} + I_{Fb}}{2}$$

Zweiseitige Speisung



$$I_{Fab} = I_{F2}(x) - 0,25 * I_{F1}(x)$$

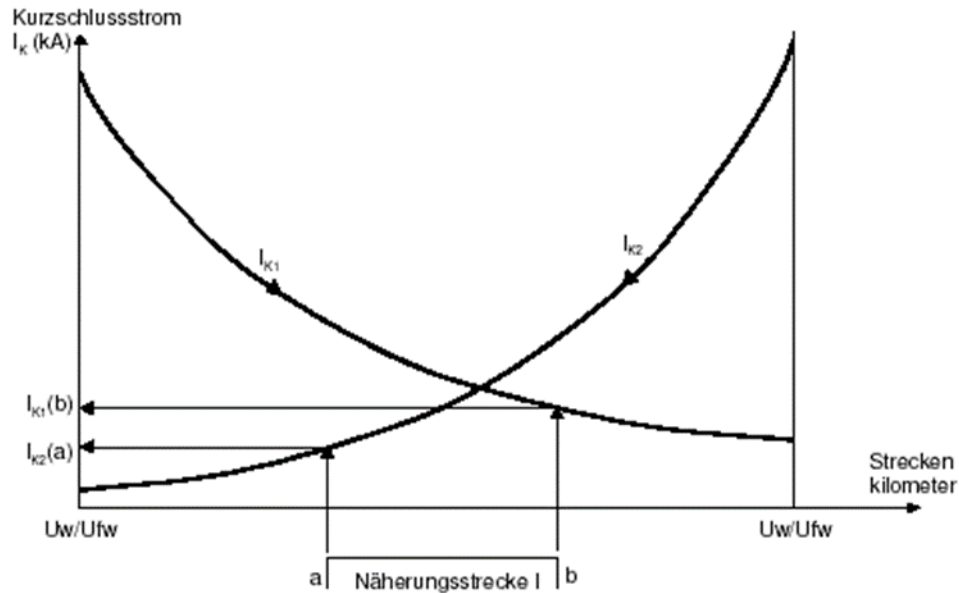
gilt für $I_{F2}(x) \geq I_{F1}(x)$

Einführung in die Thematik Beeinflussungsberechnung



Induktive Beeinflussung - Anwendung von Stromdiagrammen

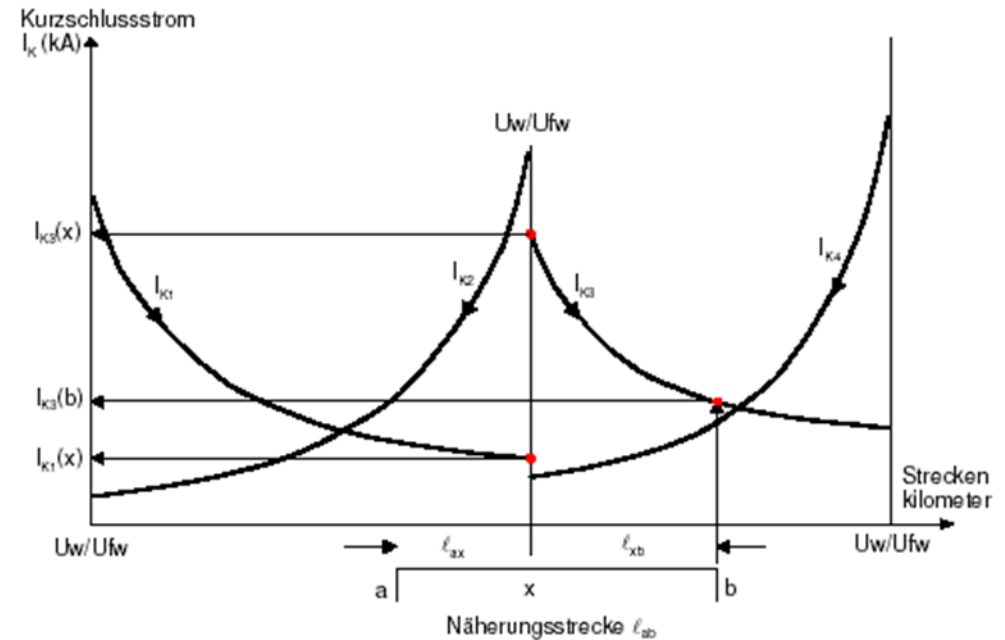
Bestimmung des relevanten Kurzschlussstromes (immer für den ungünstigsten Fall)



Kurzschluss am Punkt a oder b:

a: zu wählen $I_{K2}(a)$

b: zu wählen $I_{K1}(b)$



Beispiel Kurzschlussort b:

$$I_{K}(xb) = I_{K3}(b) \quad I_{K}(ax) = I_{K1}(x) \frac{I_{K3}(b)}{I_{K3}(x)}$$

Kontaktdaten

Stefan Jäger

DB Systemtechnik GmbH
Beeinflussung EMV/EMF TT.TVP 261

Völckerstraße 5
80939 München

stefan.jaeger@deutschebahn.com
Tel.: 089/1308-5242

<http://www.db-systemtechnik.de>



DB