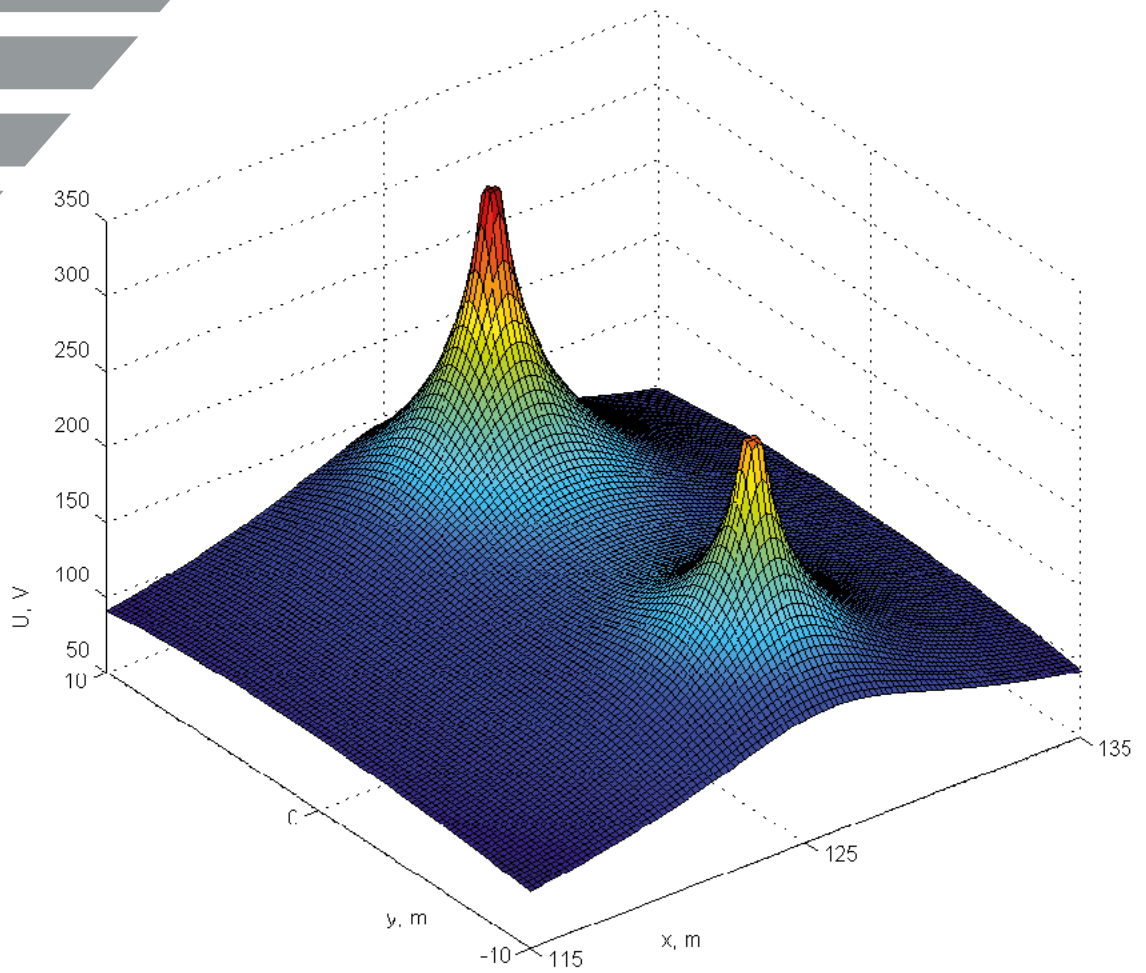


# SYSTEMDESIGN

Deutsch



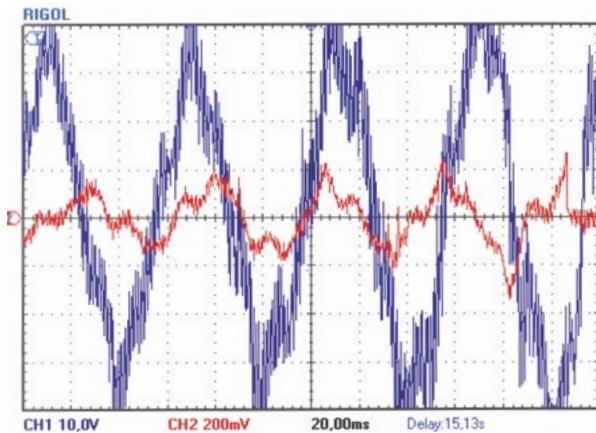
## SYSTEMDESIGN

### Die Basis für Bahnenergieversorgungsanlagen nach Maß

Als kompetenter Spezialist für die elektrische Bahninfrastruktur trägt Rail Power Systems entscheidend dazu bei, Nutzern der Infrastruktur eine zuverlässige und vor allem sichere Mobilität zu ermöglichen. Unsere jahrzehntelangen Erfahrungen auf den bedeutendsten internationalen Märkten, der Einsatz modernster Technologien und eine kundenorientierte Unternehmensphilosophie zeichnen Rail Power Systems als einen der weltweit führenden Anbieter elektrischer Bahnenergieversorgungssysteme aus.

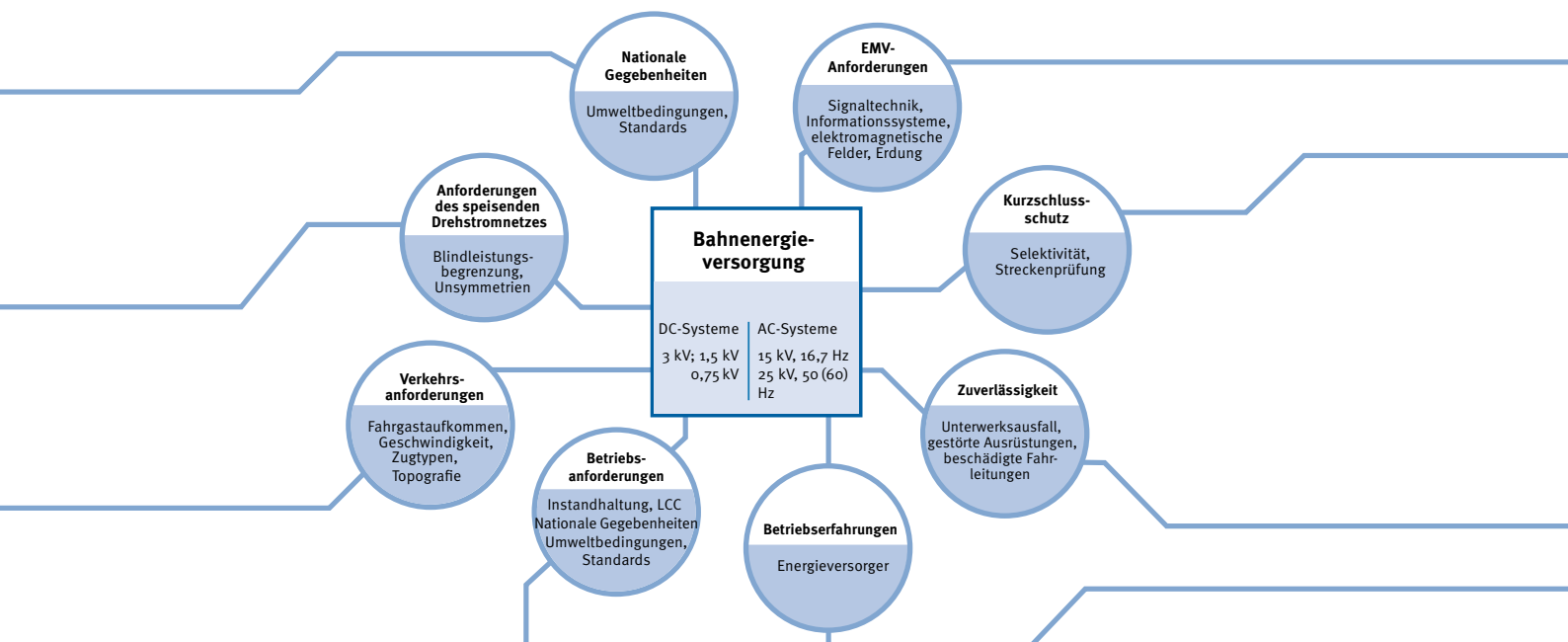
Effizienz und Langlebigkeit sind zwei der entscheidenden Faktoren, auf die es bei der Entwicklung innovativer Bahninfrastrukturen ankommt. Die Basis für optimale Lösungen nach Plan bietet der Bereich Systemdesign von Rail Power Systems.

Mit erstklassigem Know-how, neuesten Computeranwendungen und Simulationssystemen analysieren erfahrene Fachingenieure alle relevanten auf das System einwirkenden Aspekte.



### Der Bereich Systemdesign dient als interner und externer Dienstleister für:

- Simulation von Bahnenergieversorgungssystemen
- RAMS-Analysen
- Betrachtung von EMV-Problemstellungen
- Unterauftragnehmer für die Benannte Stelle Interoperabilität (Eisenbahn-Cert)
  - TSI-konforme Entwurfsplanung
  - Berechnung des dynamischen Verhaltens Stromabnehmer/Oberleitung
  - Sicherheitsmerkmal elektrischer Schlag



Anforderungen zur optimalen Entwicklung von Bahnstromanlagen (gültig für Gleich- und Wechselstrombahnen)

## SIMULATIONSSYSTEME

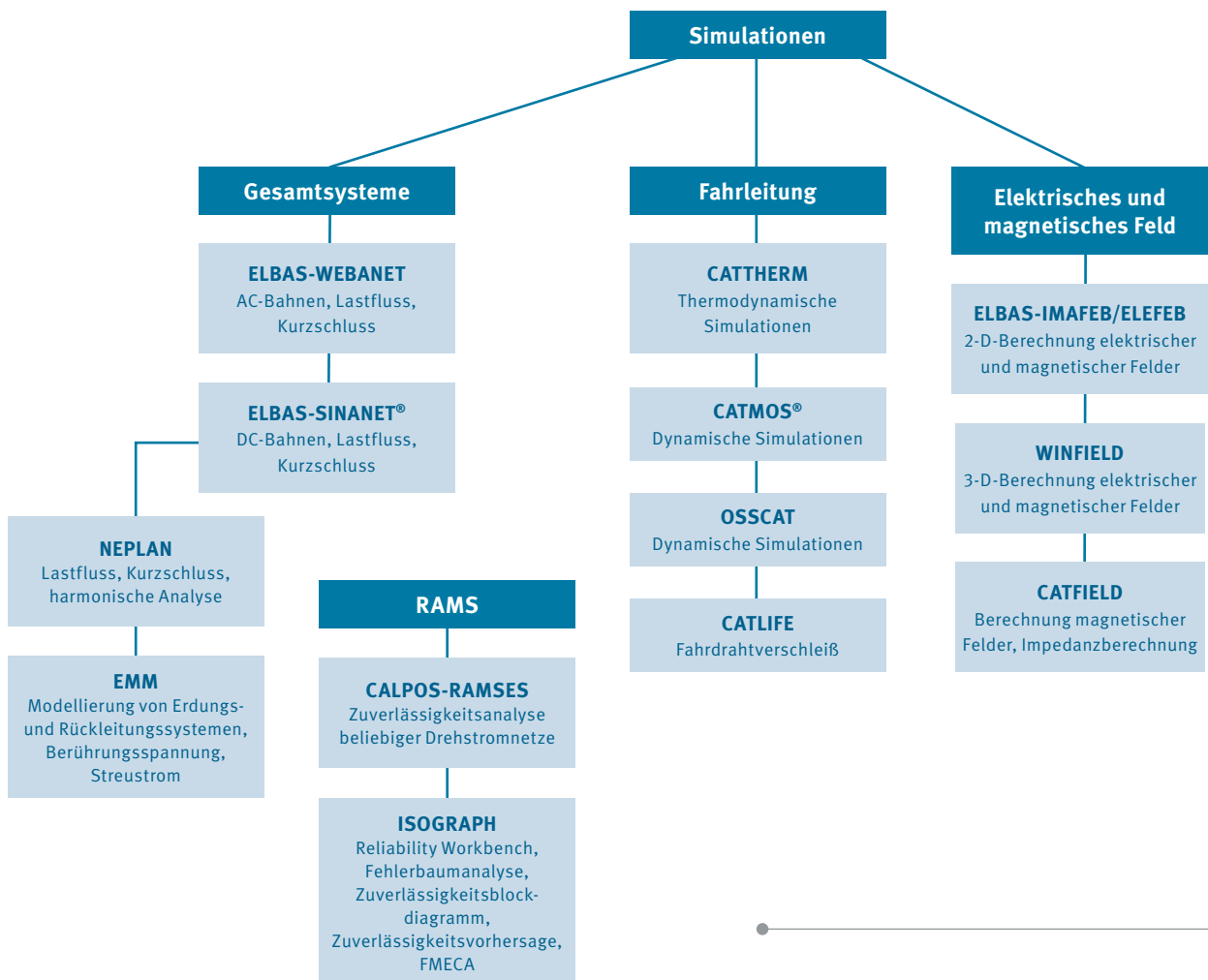
### Systemauslegung und Optimierung von Bahnenergieversorgungsanlagen

Ein besonderer Wert wird dabei auf das reibungslose Zusammenspiel des elektrischen und mechanischen Netzes mit den eingesetzten Fahrzeugen sowie deren Verhalten im Betriebsablauf gelegt. Schließlich lassen sich nur so bereits in der Planungsphase verlässliche Aussagen zur späteren Umsetzung von Bahnenergieversorgungsanlagen machen. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl weiterer Einflussfaktoren und Anforderungen, die es zu berücksichtigen gilt.

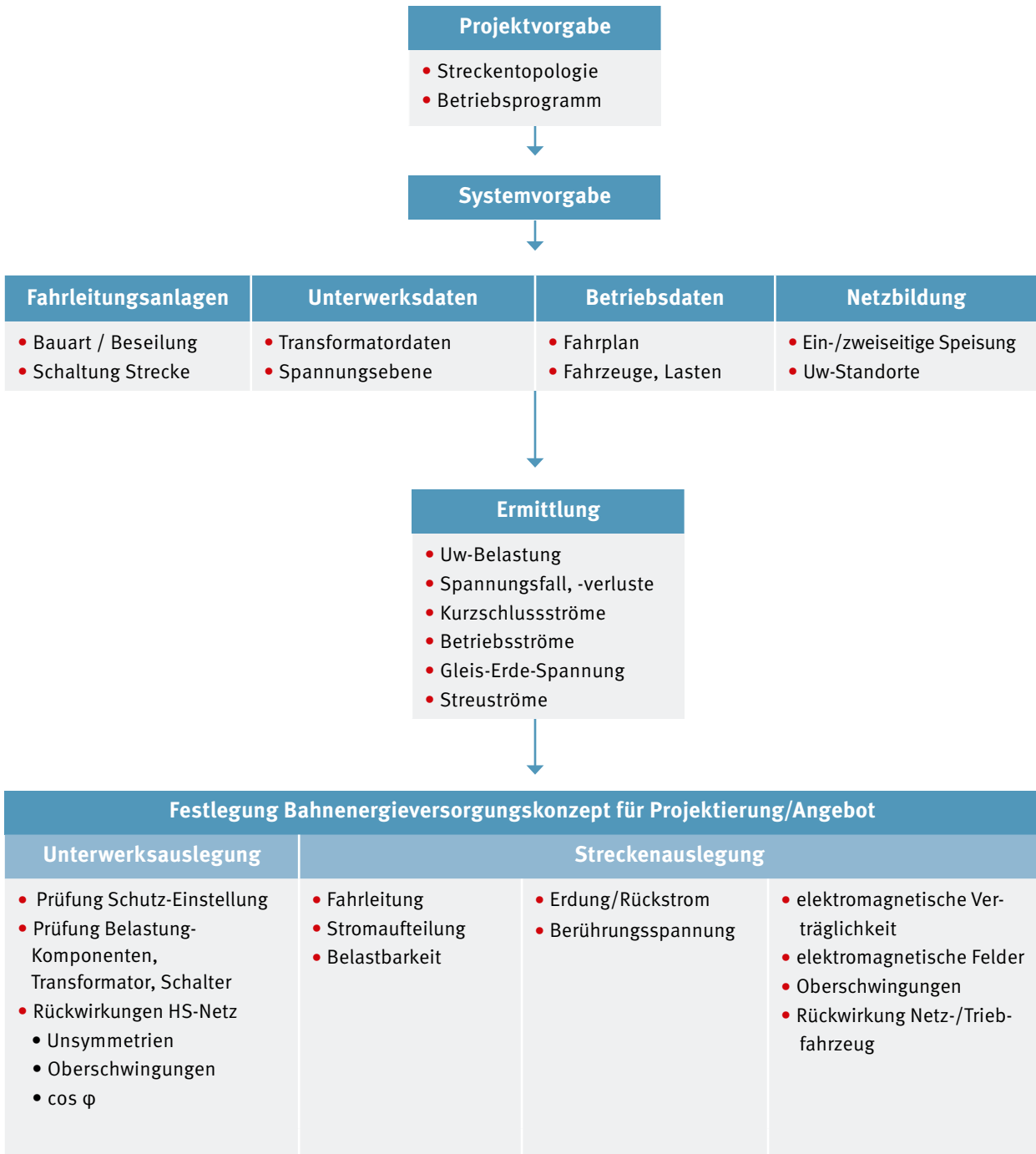
Die Erkenntnisse von Systemdesign sowie die sich daraus ergebenden Erfahrungen unserer Fachingenieure werden sowohl bei der Projektabwicklung als auch für Neuentwicklungen oder die Optimierung bestehender Anlagen

genutzt. Ziel ist es dabei immer, das bestmögliche Ergebnis für die gegebenen spezifischen Bedingungen zu erreichen.

- Design und Optimierung von Anlagen der Bahnenergieversorgung
- Simulationen für Wechselstrom- und Gleichstrombahnen
  - für Planung
  - im Kundenauftrag
  - für Vertrieb und Abwicklung
- EMV-Untersuchungen
- Messungen und Tests
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen
- Lebenszykluskosten/-RAMS



## PROZESSKETTE DER SYSTEMTECHNIK

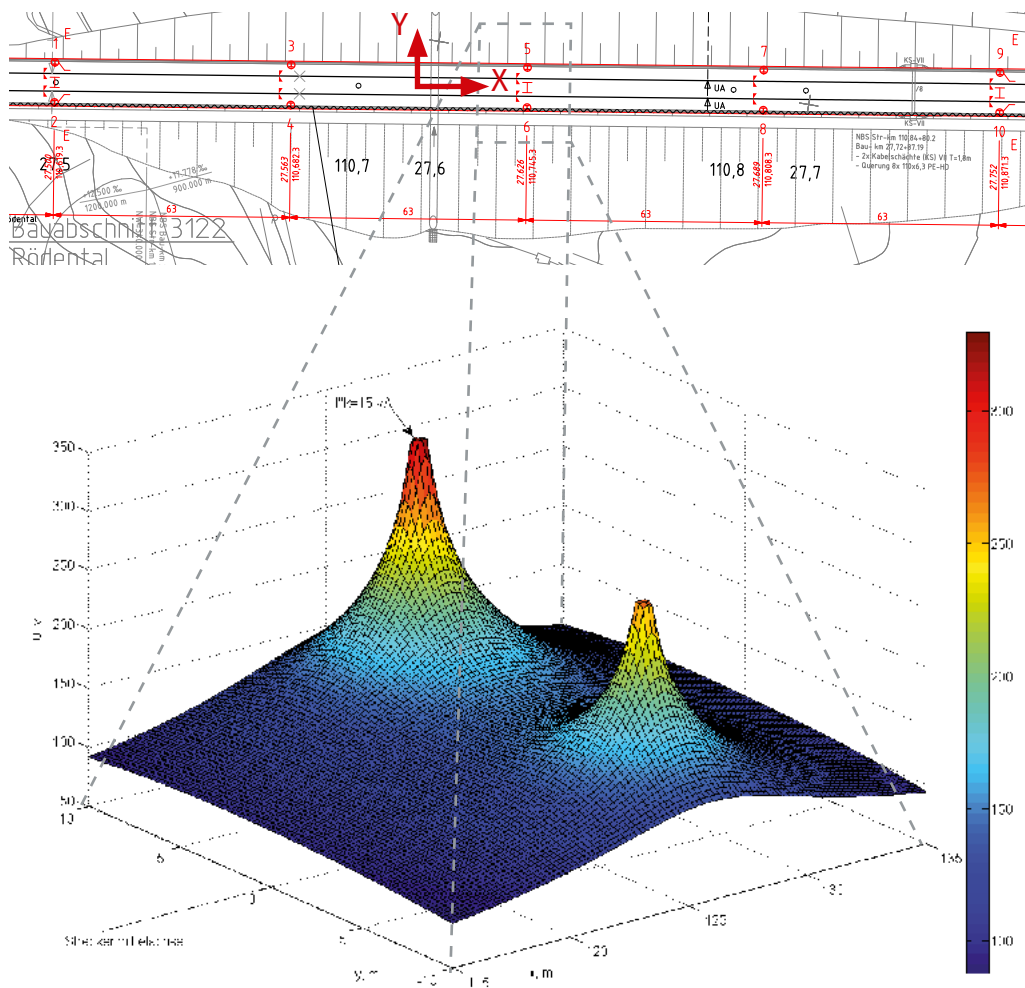
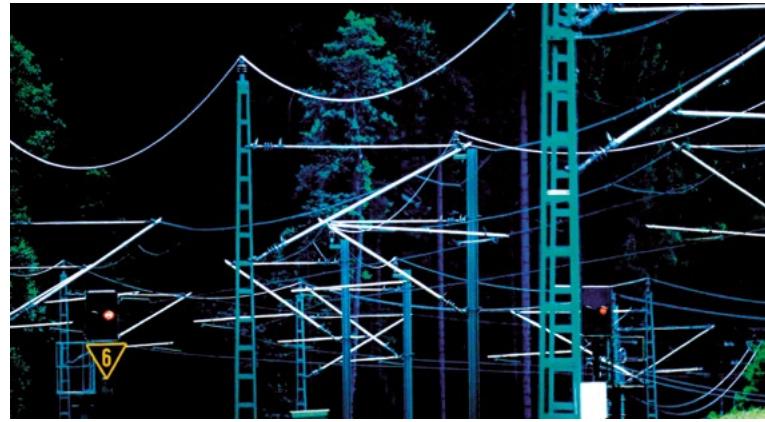


## ERDUNGS-MODELLIERUNGS-METHODE (EMM)

### Potenzialberechnungen, Ermittlung von Berührungsspannungen und Streuströmen

Für ein sicheres und nachhaltiges Bahnsystem ist die Einhaltung der Grenzwerte für Körper- und Berührungsspannungen sowie streustromrelevanter Kriterien gemäß EN 50122-1,2,3 unentbehrlich.

Die Modellierung von Erdungs- und Rückleitungssystemen mithilfe der **Erdungs-Modellierungs-Methode (EMM)** unterstützt eine normgerechte Auslegung der Bahnanlagen.



Potenzial auf der Erdoberfläche beim Kurzschluss infolge eines Isolatorüberschlags am Mast 5.





## ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT (EMV)

### Voraussetzung für ein sicheres und zuverlässiges Bahnenergieversorgungssystem

Elektromagnetische Felder können die Funktion von Geräten beeinträchtigen und die Gesundheit von Menschen und Tieren gefährden. Deshalb müssen gezielt Maßnahmen ergriffen werden, um die Aussendung solcher elektromagnetischer Felder zu verringern oder zu vermeiden, um technische Anlagen, und vor allem Menschen und Tiere, wirksam zu schützen. Um dieses Schutzziel für ganz Europa einheitlich zu erreichen, hat der Rat der Europäischen Gemeinschaften die EMV-Richtlinie 2014/30/EG erlassen.

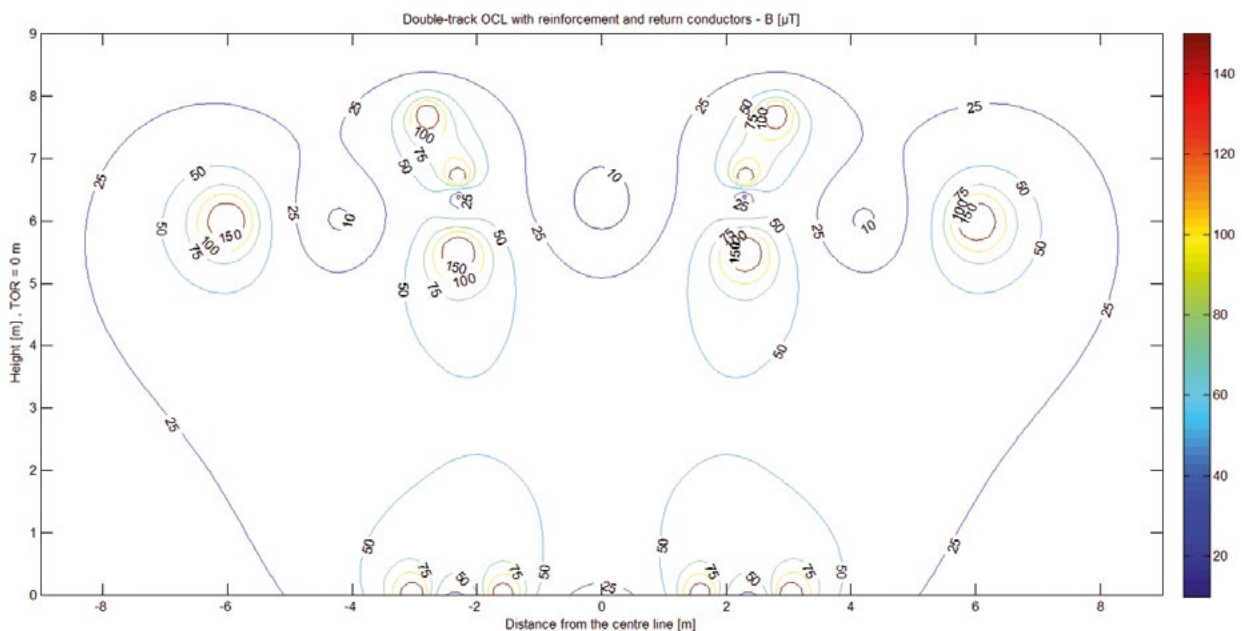
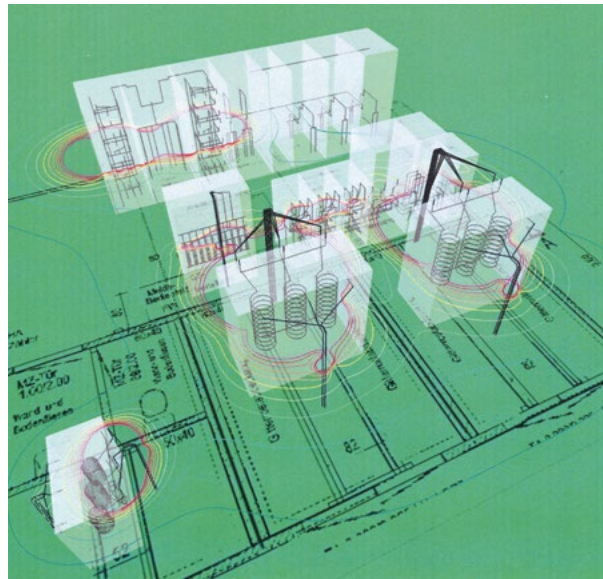
Die starke Verbreitung von Elektronik macht einheitliche Richtlinien zur Untersuchung, Bewertung und Reduzierung von gegenseitigen elektromagnetischen Beeinflussungen notwendig. EMV-Planung von Geräten, Systemen und Anlagen wird auf der Grundlage messtechnischer Untersuchungen, Berechnungen und Erfahrungen vorgenommen. Wer EMV vorbeugend berücksichtigt, spart erheblich Kosten und vermeidet Funktionseinschränkungen.

Rail Power Systems verfügt über die Kompetenz für EMV-Planungen einschließlich der Kontrolle aller Maßnahmen.

Feldberechnungsbeispiele

Rechts: Unterwerk

Unten: Oberleitung





### Die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) umfasst zwei Aspekte

1. Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf Mensch und Tier (EMV-U)
2. Beeinflussung elektrischer Einrichtungen untereinander (EMV)

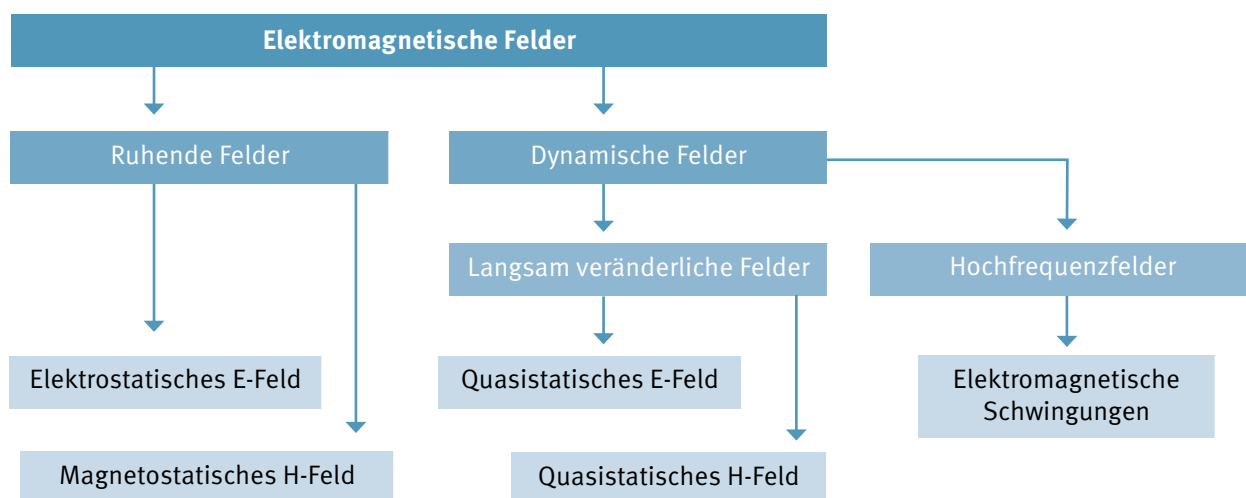
### Definition der Elektromagnetischen Verträglichkeit biologischer Systeme (EMV-U)

EMV-U umfasst die Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder auf den Menschen.

### Definition der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)

EMV ist die Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung, eines Bauelements, einer Baugruppe, eines Geräts oder einer Anlage, in einer vorgegebenen elektromagnetischen Umgebung in beabsichtigter Weise zu arbeiten, ohne dabei diese Umgebung durch elektromagnetische Wirkungen in unzulässiger Weise zu belasten.

### Einteilung der Feldtypen



# RAMS

## Ziele RAMS-Engineering

Bei der Neuerrichtung, Erweiterung und Erneuerung von Bahnenergieversorgungsanlagen werden zunehmend zu der jeweils geplanten technischen Umsetzung auch Angaben zu den Themenbereichen Zuverlässigkeit (Reliability) und Verfügbarkeit (Availability), Instandhaltbarkeit (Maintainability) und Sicherheit (Safety) erforderlich.

RAMS steht für:

### Reliability

**Zuverlässigkeit:** die Wahrscheinlichkeit dafür, dass eine Einheit ihre geforderte Funktion unter vorgegebenen Bedingungen für eine vorgegebene Zeitspanne erfüllen kann.

### Availability

**Verfügbarkeit:** die Fähigkeit eines Produkts, in einem Zustand zu sein, in dem es unter vorgegebenen Bedingungen zu einem vorgegebenen Zeitpunkt oder während einer vorgegebenen Zeitspanne eine geforderte Funktion erfüllen kann unter der Voraussetzung, dass die geforderten äußeren Hilfsmittel bereitstehen.

### Maintainability

**Instandhaltbarkeit:** die Fähigkeit einer Einheit, unter vorgegebenen Einsatzbedingungen in einem Zustand erhalten zu werden oder in diesen zurückgeführt zu werden, in dem sie ihre geforderte Funktion erfüllen kann unter der Voraussetzung, dass die Instandhaltung unter vorgegebenen Bedingungen und mit vorgeschriebenen Verfahren und Hilfsmitteln ausgeführt wird.

### Safety

**Sicherheit:** das Nichtvorhandensein eines unzulässigen Schadensrisikos.



Das primäre Ziel des RAMS-Engineerings besteht darin, mithilfe von Kenndaten die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Produkte und Systeme von Rail Power Systems bei gegebenen Rahmenbedingungen ermitteln, bewerten und optimieren, die Instandhaltbarkeit der Komponenten und Anlagen überwachen und darstellen zu können sowie bereits bei der Konzeptionierung der Anlagen mögliche Risiken der Sicherheit erkennen und vermeiden zu können.

Das RAMS-Engineering ist fester Bestandteil jeder Projektbearbeitung und trägt dazu bei, dass die Anlagen bedienungs- und instandhaltungsfreundlich sind, störungsfrei arbeiten und lange halten.



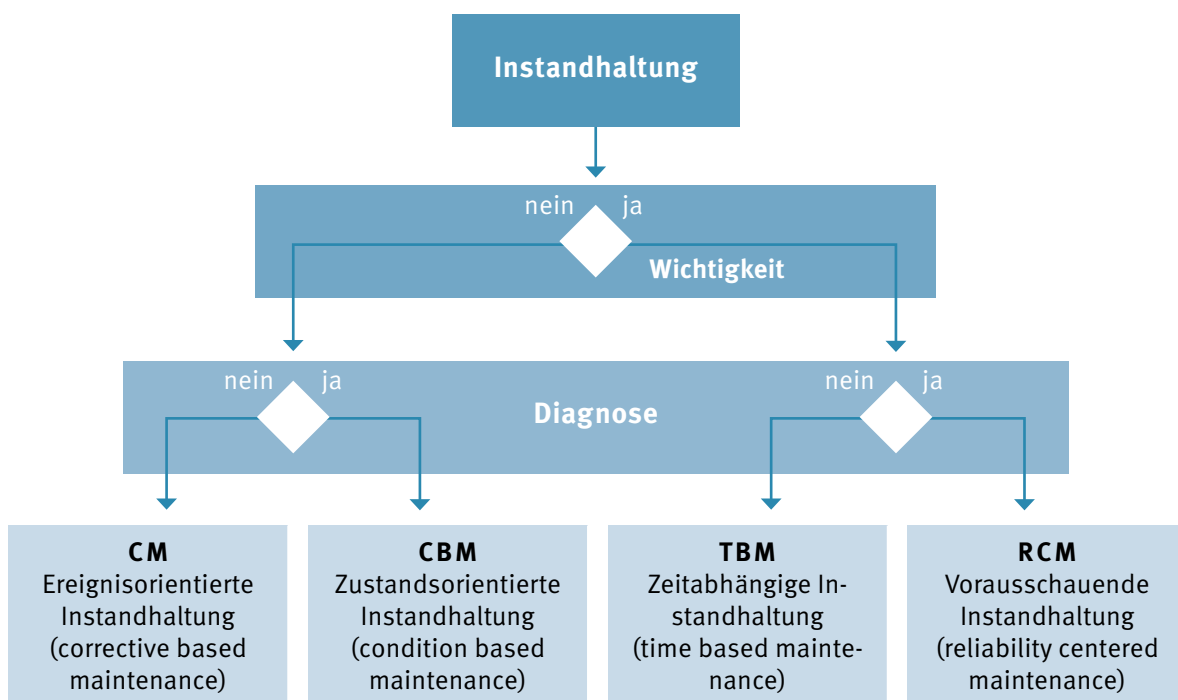
## Der Prozess

Sämtliche Mitarbeiter in Vertrieb und Abwicklung beschäftigen sich mit RAMS-Engineering. Produktmanager sind verantwortlich für die Weiterentwicklung von AC- und DC-Schaltanlagen, Fahrleitungsanlagen sowie Informations- und Fernwirkanlagen. Alle mit dem Themenkomplex RAMS betrauten Mitarbeiter sind durch interne und externe Schulungsmaßnahmen in der Lage, diese Themen kompetent zu bearbeiten.

Im Design-Prozess werden durch RAMS-Gesichtspunkte die Anlagengestaltung und die Auswahl der einzusetzenden Komponenten mitbestimmt. Dies ergibt als Ergebnis

für die Kunden ein hohes Maß an Betriebszuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Anlagen. Dabei beziehen wir die Kunden durch Besprechungen sowie die Anforderung von Auskünften, Entscheidungsmitwirkung und Freigaben in den Planungsprozess direkt ein.

Eine wesentliche Rolle spielt die Ausfallstrategie der Gesamtsysteme. Sie wirkt sich auf Instandhaltungskonzept und -aufwand und somit auf den gesamten Lebenszyklus der Anlagen aus.



## OSSCAT

### Eine Software zur statischen und dynamischen Simulation des Zusammenwirkens zwischen Stromabnehmer und Oberleitungsstromschiene (OSS) sowie anderer Oberleitungsbauarten und ihrer Übergänge

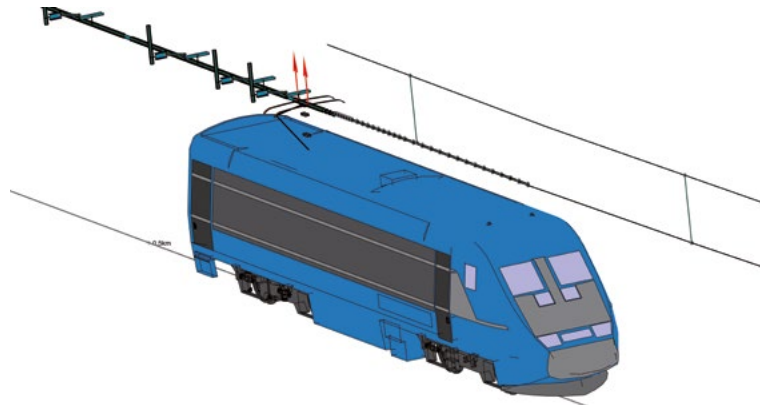
Simulationen des dynamischen Zusammenwirkens zwischen Kettenoberleitung und Stromabnehmer sind seit mindestens zwei Jahrzehnten eine etablierte Methode bei der Entwicklung neuer Oberleitungsbauformen für alle Geschwindigkeitsbereiche und allgemein anerkannt. Simulationen werden zunehmend bei der Zulassung von Oberleitungen, Stromabnehmern und Teilsystemen im Sinne der TSI Energie und der TSI Fahrzeuge genutzt.

Für die Simulation und Weiterentwicklung der von Rail Power Systems am Markt etablierten Oberleitungsstromschiene TracFeed® OSS wurde die neue Simulationssoftware OSSCAT entwickelt. OSSCAT nutzt zur Nachbildung der Stromabnehmerdynamik MKS-Modelle sowie die Finite-Elemente-Methode (FEM) zur Nachbildung beliebiger OSS-Anordnungen.

#### Die wichtigsten Leistungsmerkmale von OSSCAT sind:

- Nachbildung beliebiger OSS-Anordnungen mit den bei der TracFeed® OSS verwendeten OSS-Profilen mit 80 mm, 110 mm und 130 mm Höhe, sowie OSS-Profilen anderer Hersteller
- Beliebige Stützpunktabstände und Längen von OSS-Profilelementen
- Parallelführungen von OSS-Sektionen in Streckentrennungen
- Hängestützpunkte, Schwenkausleger sowie frei definierbare Stützpunkte
- Frei definierbare OSS-Elemente, zum Beispiel Dilatationen und Übergänge auf ein Kettenwerk
- Bis zu 8 Stromabnehmer je Zug

Kritische Stellen für den Stromabnehmerlauf sind bei der OSS die Übergänge zur Kettenoberleitung. Diese Stellen bedürfen einer besonders sorgfältigen konstruktiven Auslegung. Mithilfe der neuen Simulationssoftware OSSCAT lassen sich sowohl beliebige Arten der Übergänge auf Kettenoberleitungen als auch anschließende Abschnitte diverser Bauarten von Kettenoberleitungen simulieren. Die Simulationssoftware wurde mit den Ergebnissen dynamischer Messfahrten im City-Tunnel-Leipzig verglichen



und validiert. OSSCAT ist ein universelles Werkzeug zur Weiterentwicklung und Optimierung von OSS und Kettenoberleitungen.

Wie schon mit der Vorgänger-Simulationssoftware CATMOS® werden durch OSSCAT die Anforderungen der Norm EN 50318 erfüllt. Es können die dort geforderten und weit darüber hinausgehenden Auswertungen durchgeführt werden.

#### Auswertungsmöglichkeiten von OSSCAT sind u. a.:

- 2-D- und 3-D-Darstellungen der Oberleitungsanlage
- Animation des Stromabnehmerlaufs
- statistische Analyse der Kontaktkraft
- grafische Darstellung des Montagezustandes, der Kontaktkraft und der Bewegungen der Stromabnehmer
- grafische Darstellung der Bewegung ausgewählter Oberleitungspunkte
- Ort und Dauer von Lichtbögen jeder Schleifleiste eines Stromabnehmers

#### Das Simulationsprogramm OSSCAT bietet folgende Anwendungsmöglichkeiten:

- Optimierung/Nachbildung von vorhandenen Oberleitungsanlagen
- Entwicklung von neuen Oberleitungssystemen
- Entwicklung/Optimierung von Sonderkonstruktionen an Bauwerken
- Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit bestehender Anlagen durch neue Stromabnehmer
- Betrieb mit mehreren Stromabnehmern
- Nachweis der TSI-Konformität

## ERDUNGSMESSUNGEN

Zur Gewährleistung der Sicherheit für Personen in elektrischen Bahnanlagen sind Schutzmaßnahmen gegen die Einwirkungen gefährlicher Berührungsspannungen und damit verbundener gefährlicher Körperströme sowohl im Normalbetrieb als auch im Fall von Erdfehlern erforderlich. Als Schutzmaßnahme wird grundsätzlich die Erdung angewendet. Eine korrekte Auslegung und Ausführung sowie regelmäßige Zustandsüberprüfungen der installierten Erdungsanlagen sind Voraussetzungen für ein sicheres und zuverlässiges Bahnenergieversorgungssystem.

Erforderliche Angaben für die Planung von Erdungsmaßnahmen sowie für die Beurteilung über den Zustand der installierten Erdungsanlagen und über die damit verbundene Anlagensicherheit sind zum Teil nur über Erdungsmessungen zu erhalten.

Die Durchführung von Erdungsmessungen in Unterwerken (AC und DC), Schaltanlagen, 50-Hz-Anlagen sowie an Bauwerken im Bahnbereich ist ein weiterer Schwerpunkt von Systemdesign.

## SEMINARE

Das Eisenbahnwesen ist ein sehr komplexer, eng verzahnter Bereich des Transportwesens mit einer großen Ausstrahlung in das öffentliche Leben. Die Anforderungen, denen sich die Bahnenergieversorgungsanlagen von elektrisch betriebenen Bahnen des Fernverkehrs und Nahverkehrs im Besonderen gegenübersehen, sind stetig gewachsen. Erfahrene Experten werden die Teilnehmer auf die künftigen Herausforderungen in der Bahnenergieversorgung kompetent vorbereiten. Spannende Fachdiskussionen mit konkreten Projektinhalten sind ein fester Bestandteil der Schulungen.

Schulungsbeispiele:

### Grundlagen der Bahnenergieversorgung AC und DC

- Einführung in die Bahnenergieversorgung
- Verhalten elektrischer Triebfahrzeuge, Energiebedarf
- Aufbau von Bahnenergieversorgungsanlagen und Fahrleitung
- Auslegung von Bahnenergieversorgungssystemen

- Gestaltung von Rückleitungs- und Erdungsanlagen
- Elektromagnetische Verträglichkeit, Beeinflussung, Netzurückwirkung

### Auslegung von Bahnstromsystemen AC und DC

- Einflussgrößen/wesentliche Bemessungskriterien
- Energiebedarfsermittlungen von Zugfahrten
- Spannungsfälle/Impedanzen/Belastbarkeit von Oberleitungen
- Einfluss der Fahrleitungsschaltungen
- Unterwerksabstände/-belastungen
- Charakteristik der Bahnbelastungs-Simulationstools (SINAET, WEBANET)

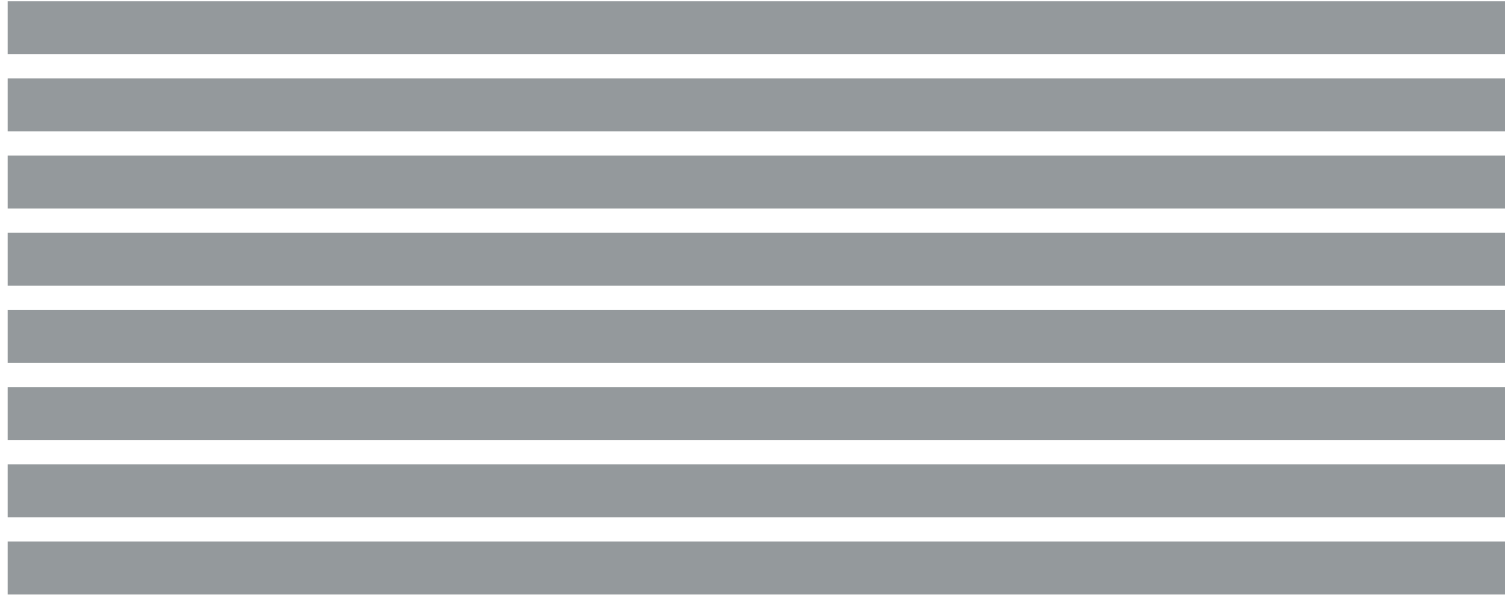
### Komplexibilität der Erdung und Rückstromführung bei Wechselstrom-/Gleichstrombahnen

- Elektrische Beeinflussung bei elektrischen Bahnen
  - galvanische Beeinflussung
  - kapazitive Beeinflussung
  - induktive Beeinflussung
- Das Rückleitungssystem und seine Einflussgrößen
- Rückstromverteilung
- Schienenpotential und Berührungsspannung
- Impedanzen des Gleises und anderer Bauteile
- Einfluss von Rückleiterseilen auf das Rückleitungssystem
- Erdung im Bereich von AC-Bahnen unter Beachtung der Signaltechnik

### Bahnstromsysteme im Vergleich

- Das System der Bahnenergieversorgung und Grundanforderungen
- Vergleich der elektrischen mit der Dieseltraktion
- Historischer Abriss der elektrischen Zugförderung
- Vergleich der Bahnstromsysteme
  - Vergleich AC und DC, Vor- und Nachteile
  - Vergleich 15 kV ohne Trennstellen und 25 kV mit Trennstellen
  - echte und unechte AT-Systeme
  - grundsätzliche Speiseformen AC/DC-Bahnen
- Besonderheiten der Bahnenergieversorgung gegenüber der allgemeinen Energieversorgung





© 2016 Alle Rechte sind der Rail Power Systems GmbH vorbehalten.

Die in diesem Dokument angegebenen Spezifikationen betreffen gängige Anwendungsbeispiele. Sie bilden nicht die Leistungsgrenzen ab. Im konkreten Anwendungsfall können daher abweichende Spezifikationen erreicht werden. Maßgeblich sind allein die im jeweiligen Angebot formulierten oder vertraglich vereinbarten Spezifikationen. Technische Änderungen bleiben vorbehalten. TracFeed® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Rail Power Systems GmbH.