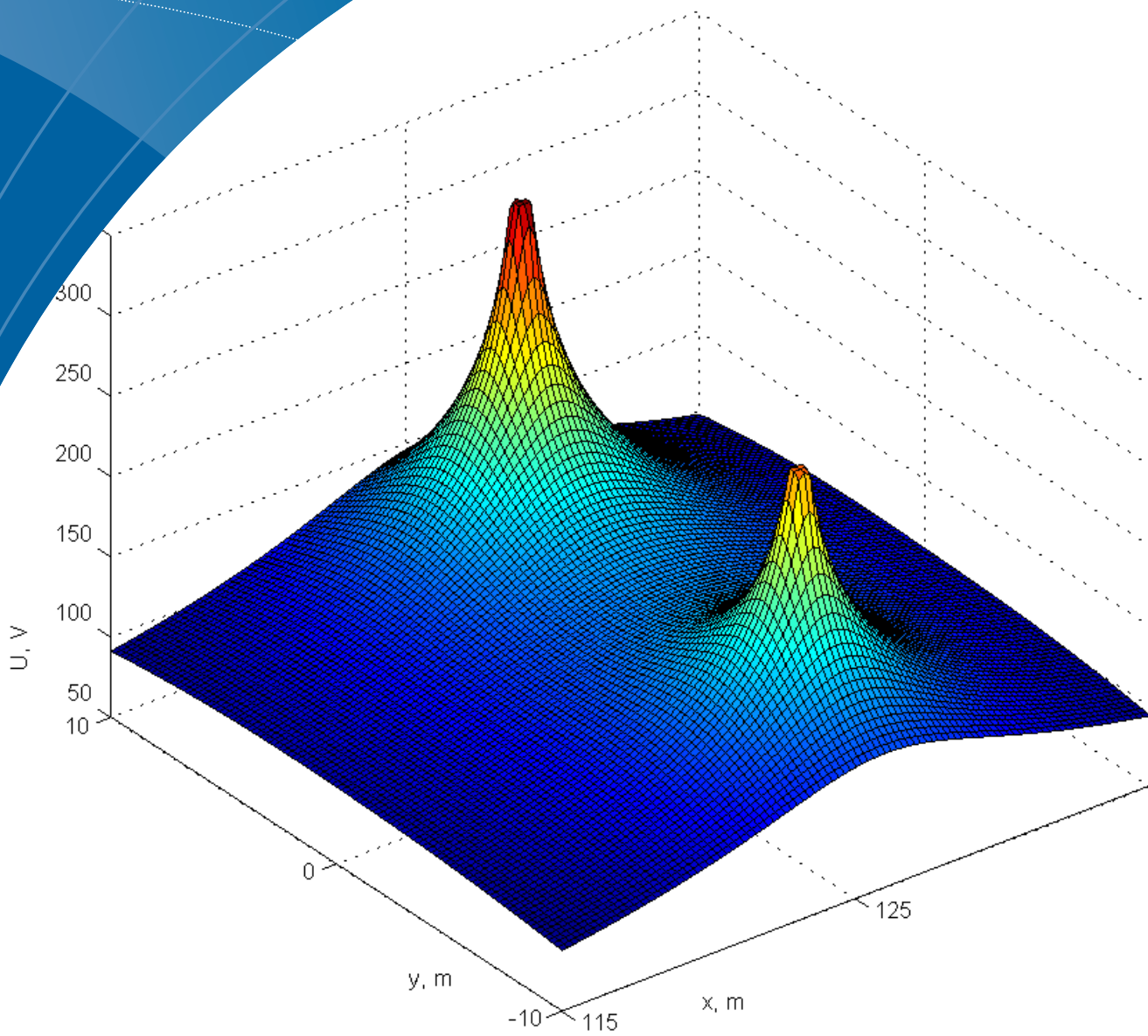


SYSTEMTECHNIK



Systemtechnik

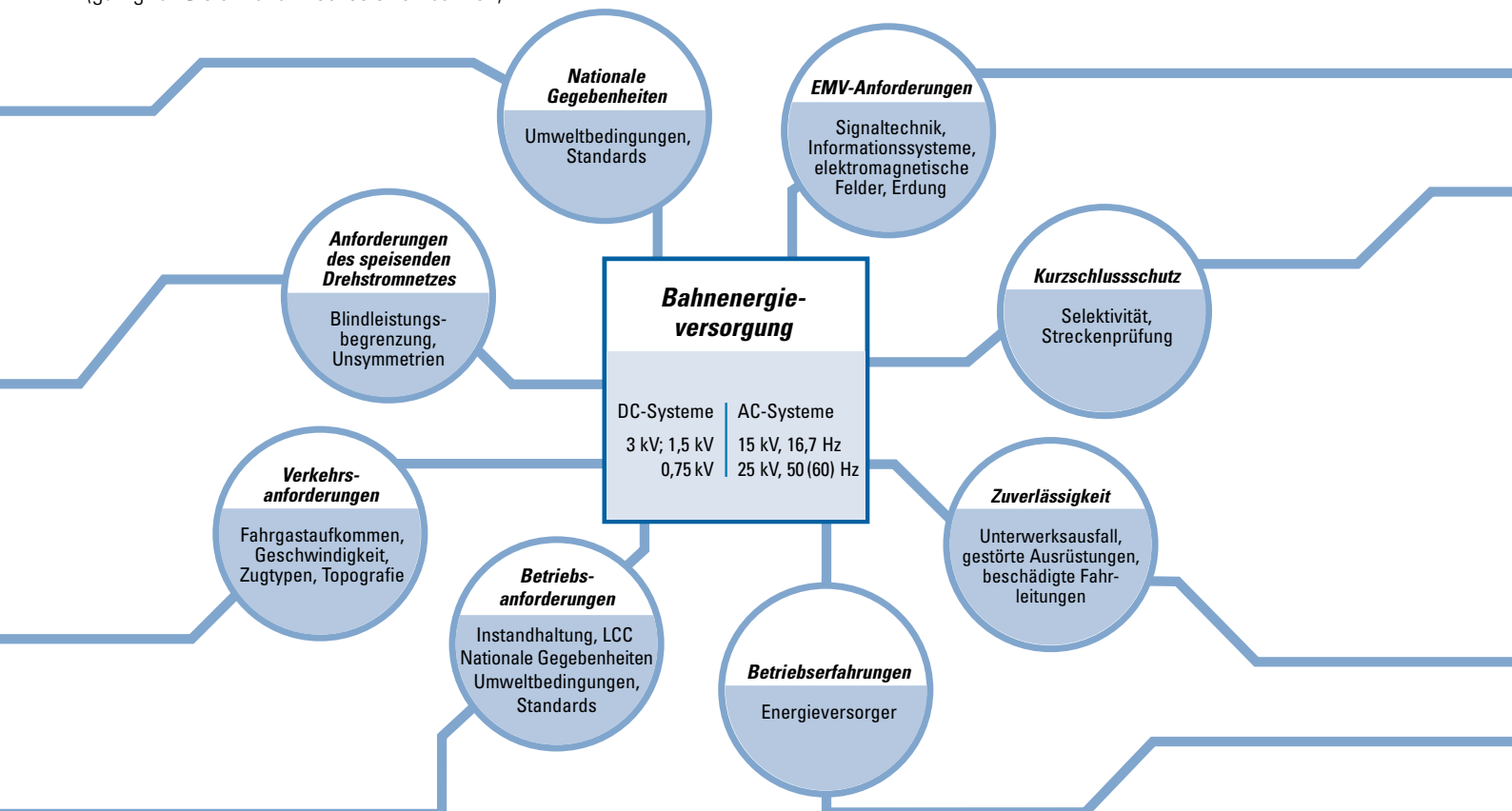
Die Basis für Bahnenergieversorgungsanlagen nach Maß

Als kompetenter Spezialist für die elektrische Bahninfrastruktur trägt Balfour Beatty Rail 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 Balfour Beatty Rail 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 Systemtechnik von Balfour Beatty Rail.

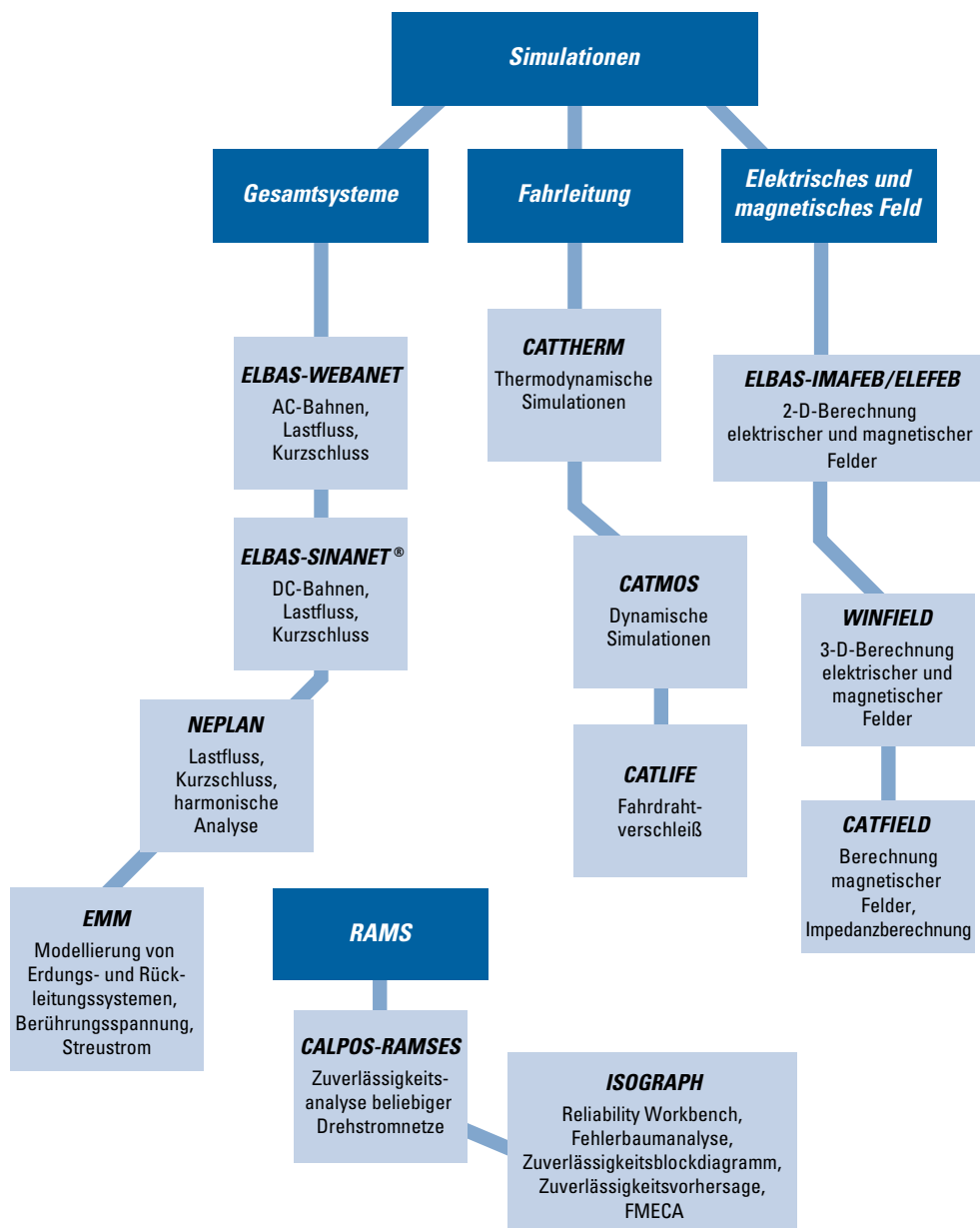
Mit erstklassigem Know-how, neuesten Computeranwendungen und Simulationssystemen analysieren erfahrene Fachingenieure alle relevanten auf das System einwirkenden Aspekte.

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



Der Bereich Systemtechnik dient als interner und externer Dienstleister für:

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



Simulationssysteme

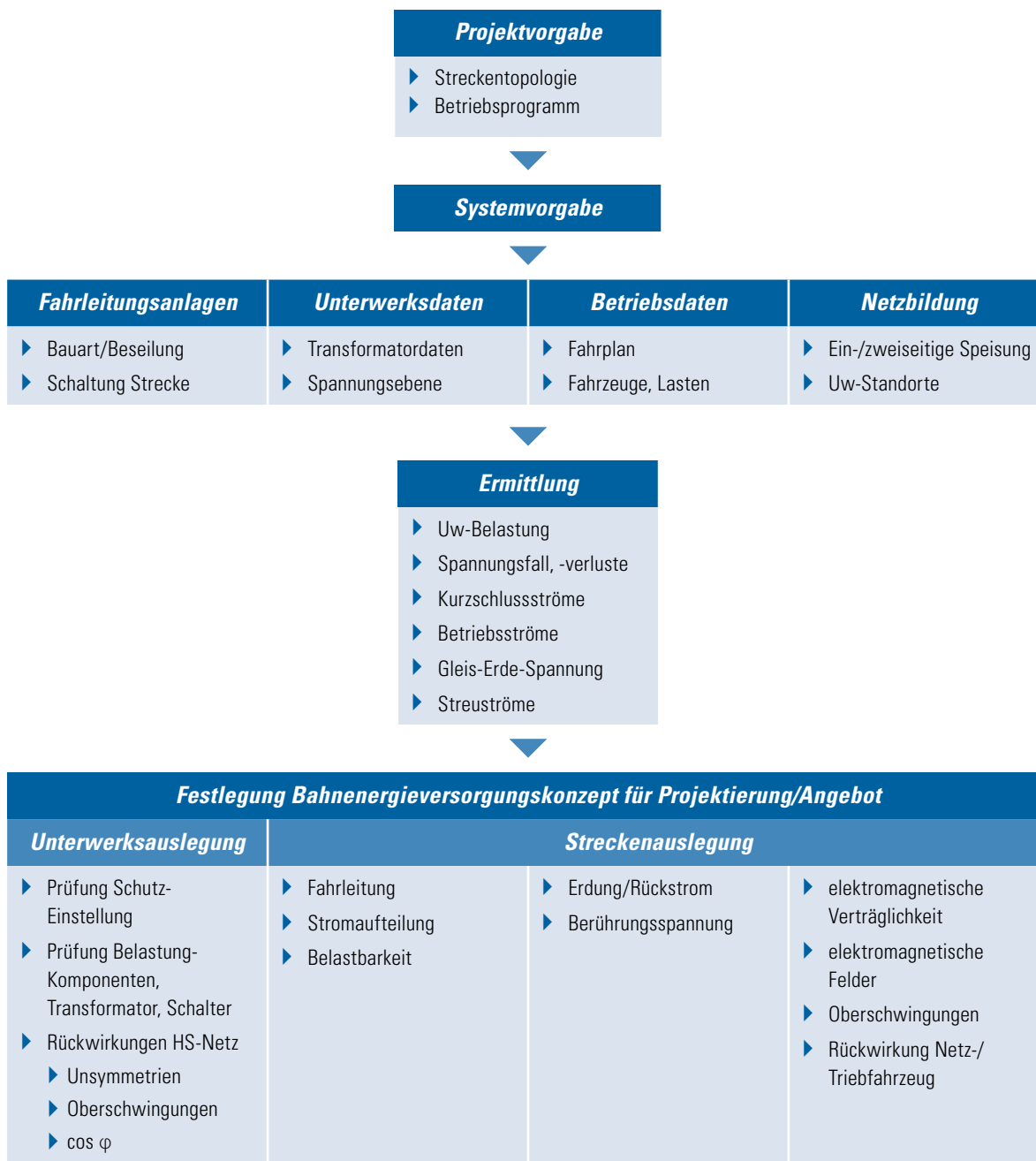
Ein besonderer Wert wird dabei auf das reibungslose Zusammenspiel des elektrischen und mechanischen Netzes mit den eingesetzten Fahrzeugen sowie deren Verhalten im Betriebsablauf gelegt. Schließlich lassen sich nur so bereits in der Planungsphase verlässliche Aussagen zur späteren Umsetzung von Bahnenergieversorgungsanlagen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

Die Erkenntnisse der Systemtechnik 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



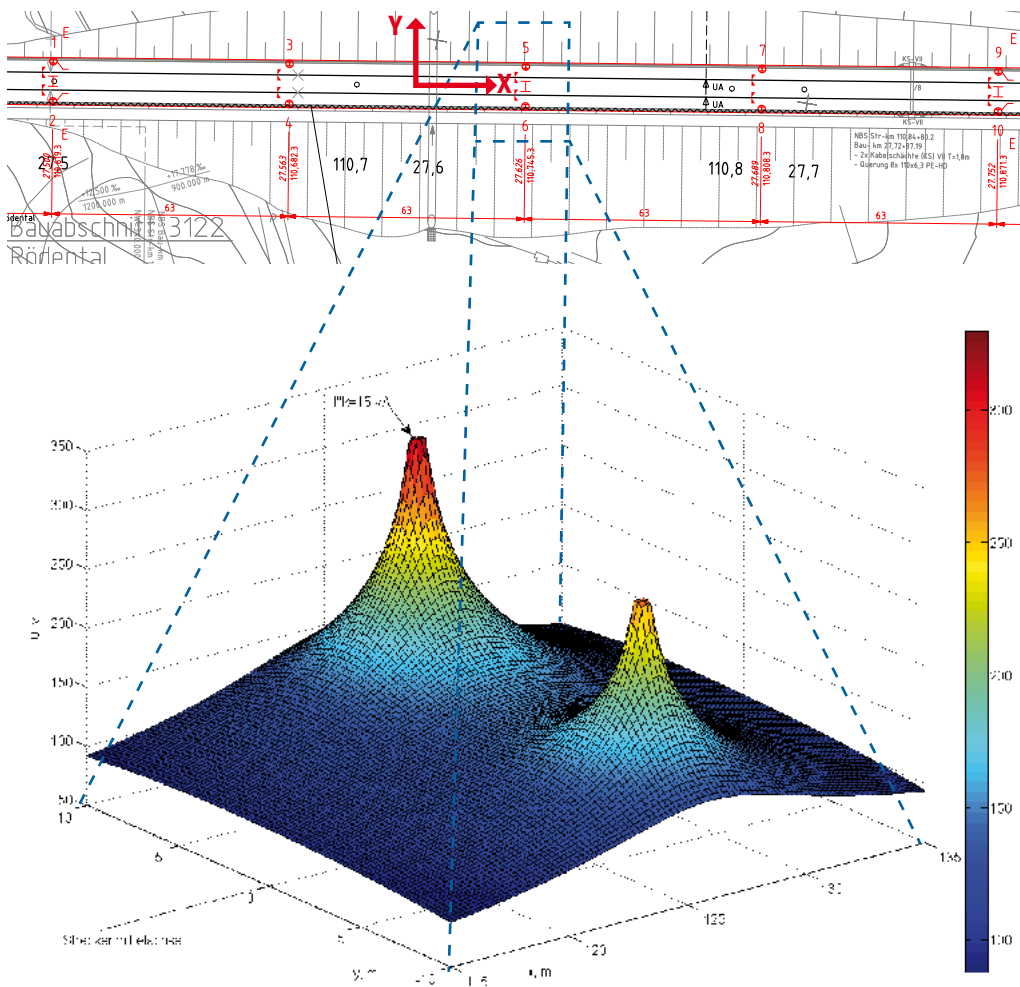


Erdungsmodellierungsmethode (EMM)

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 50122-1,2:2011 unentbehrlich.

Die Modellierung von Erdungs- und Rückleitungssystemen mit Hilfe der **Erdungsmodellierungsmethode (EMM)** unterstützt eine normgerechte Auslegung der Bahnanlagen.



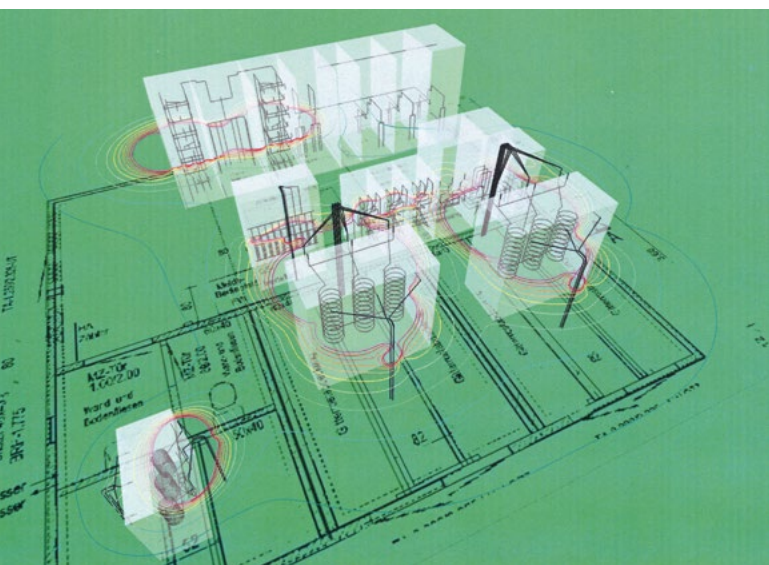
Potenzial auf der Erdoberfläche beim Kurzschluss infolge eines Isolatorüberschlags am Mast 5.

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

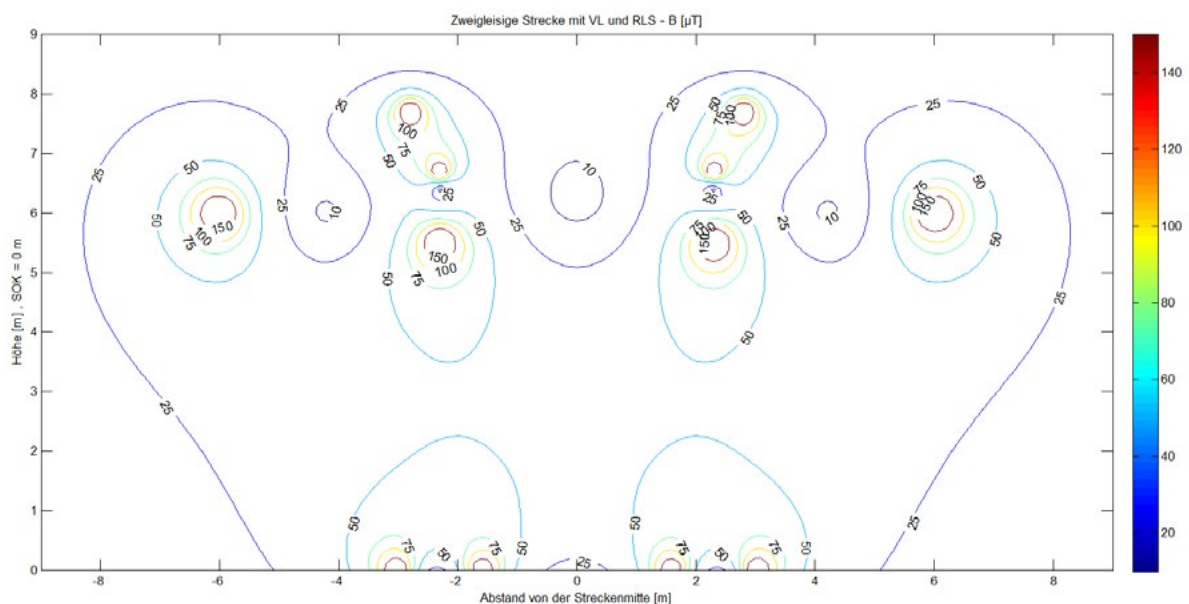
Elektromagnetische Felder können die Funktion von Geräten beeinträchtigen und die Gesundheit von Menschen und Tieren gefährden. Deshalb müssen gezielt Maßnahmen ergriffen werden, um die Aussendung solcher elektromagnetischen Felder zu verringern oder zu vermeiden, um technische Anlagen, und vor allem 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.

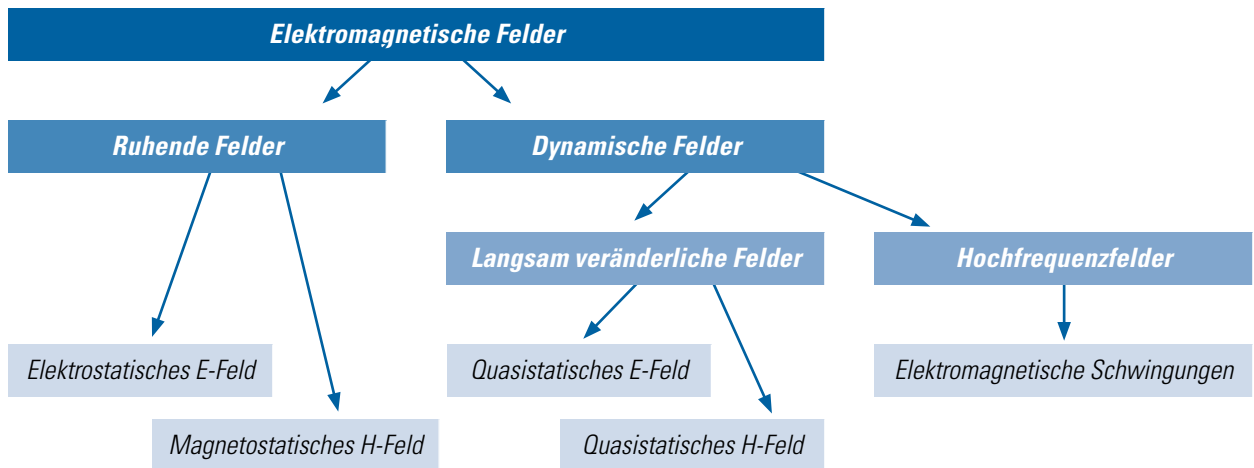
Die starke Verbreitung von Elektronik macht einheitliche Richtlinien zur Untersuchung, Bewertung und Reduzierung von gegenseitigen elektromagnetischen Beeinflussungen notwendig. EMV-Planung von Geräten, Systemen und Anlagen wird auf der Grundlage messtechnischer Untersuchungen, Berechnungen und Erfahrungen vorgenommen. Wer EMV vorbeugend berücksichtigt, spart erheblich Kosten und vermeidet Funktionseinschränkungen. Balfour Beatty Rail verfügt über die Kompetenz für EMV-Planungen einschließlich der Kontrolle aller Maßnahmen.



Feldberechnungsbeispiele
Links: Unterwerk
Unten: Oberleitung



Einteilung der Feldtypen



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.



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, mit Hilfe von Kenndaten die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Produkte und Systeme von Balfour Beatty Rail 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.



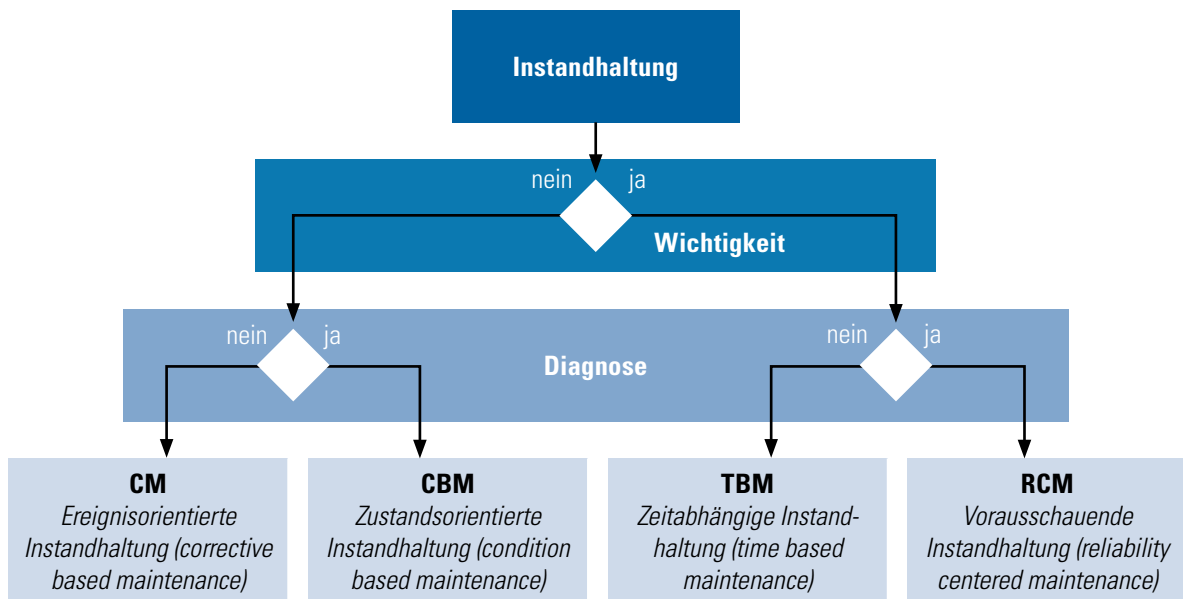
Der Prozess

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 einzusetzen-

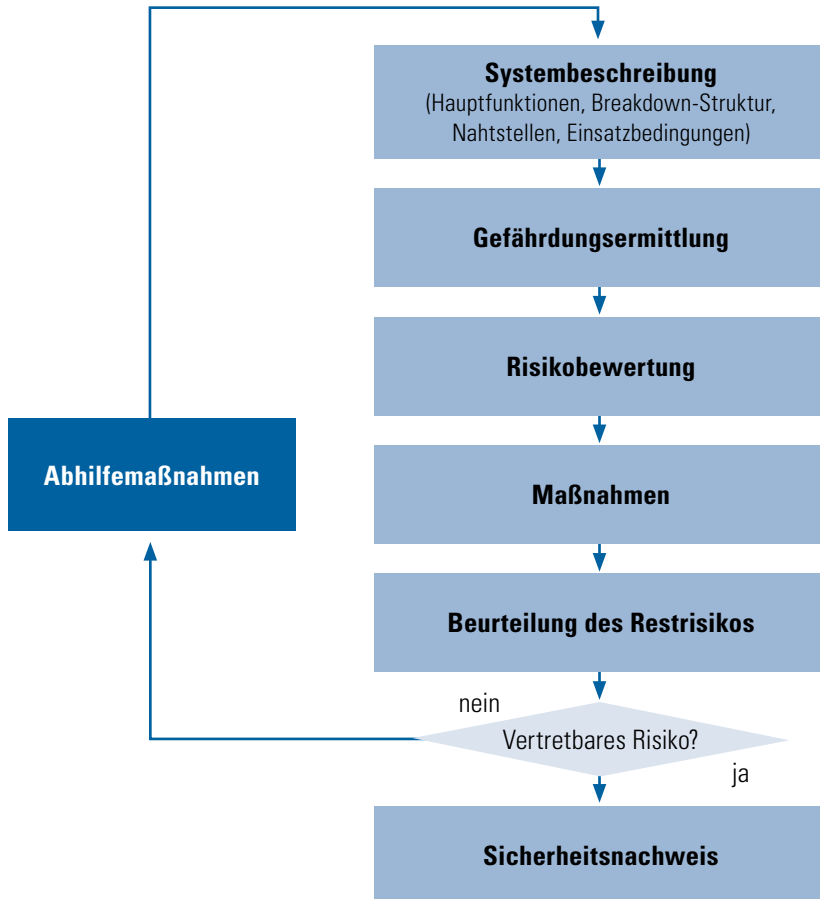
den Komponenten mitbestimmt. Dies ergibt als Ergebnis für die Kunden ein hohes Maß an Betriebszuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Anlagen. Dabei beziehen wir die Kunden durch Besprechungen sowie die Anforderung von Auskünften, Entscheidungsmitwirkung und Freigaben in den Planungsprozess direkt ein.

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



Prozessschritte der Risikobeurteilung und Risikominderung

Risiko = Eintrittswahrscheinlichkeit x Schadensausmaß



Häufigkeit-Konsequenz-Matrix für die Risikobewertung

Für die qualitative Risikobewertung wird bei Balfour Beatty Rail folgende Häufigkeit-Konsequenz-Matrix nach EN 50126 zugrunde gelegt:

Auftrittshäufigkeit	Risikograd	Schwere der Gefahr			
		Unbedeutend (1)	Marginal (2)	Kritisch (3)	Katastrophal (4)
Häufig	(F)	unerwünscht	intolerabel	intolerabel	intolerabel
Wahrscheinlich	(E)	tolerabel	unerwünscht	intolerabel	intolerabel
Gelegentlich	(D)	tolerabel	unerwünscht	unerwünscht	intolerabel
Selten	(C)	vernachlässigbar	tolerabel	unerwünscht	unerwünscht
Unwahrscheinlich	(B)	vernachlässigbar	vernachlässigbar	tolerabel	tolerabel
Unmöglich	(A)	vernachlässigbar	vernachlässigbar	vernachlässigbar	vernachlässigbar

CATMOS

Ein validiertes Programm zur dynamischen Simulation von Oberleitungen und Stromabnehmern

Die Optimierung und Entwicklung der Befahrungseigenschaften von Oberleitungsanlagen durch empirische Messungen ist sehr aufwändig und beschränkt die Zahl der Variationen. Das Ergebnis solcher Untersuchungen ist zudem noch wegen der Vielzahl der äußeren Parameter (z. B. Sonneneinstrahlung, Wind, Regen) und deren nicht reproduzierbarer Einflüsse technisch und wirtschaftlich unsicher.

Mit dem Simulationsprogramm CATMOS® lassen sich dagegen viele Varianten ohne großen Zeit- und Kostenaufwand durcharbeiten und optimieren.

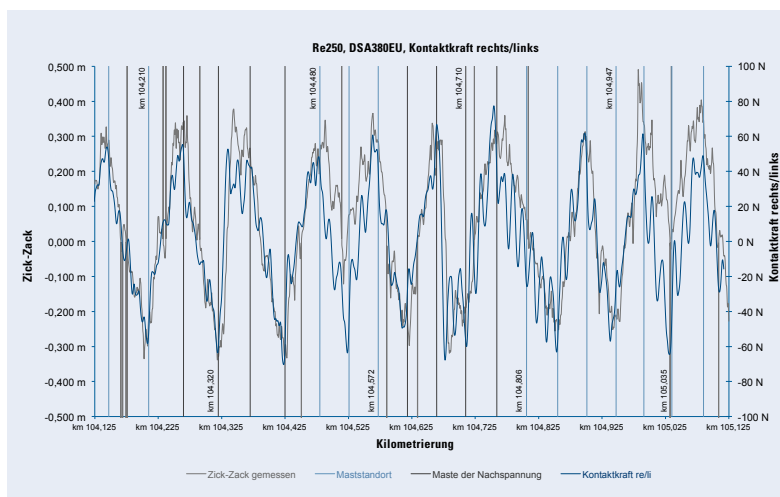
Mit CATMOS® können sehr komplexe Anordnungen untersucht werden. Die wichtigsten Leistungsmerkmale sind:

- ▶ Nachbildung von bis zu zehn Nachspannlängen mit unterschiedlichen Spannkraften der Seile und des Fahrdrabtes
- ▶ Weichenüberspannungen mit Kreuzungsstab und Wechselhängern
- ▶ Kettenwerke mit Y-Beiseilen an den Stützpunkten und zusätzlichem Hilfstragseil
- ▶ acht verschiedene Stromabnehmer pro Zug in diversen Abständen
- ▶ Stromabnehmerersatzmodelle mit bis zu acht Freiheitsgraden

Für die Simulation der Stromabnahme von der Oberleitung durch den Stromabnehmer wird speziell zur Beschreibung der durch die Andruckkraft des Stromabnehmers entstehenden Wellen im Kettenwerk die D'Alembertsche Methode verwendet.

Durch die Anwendung dieser Methode erhält man eine sehr leistungsfähige Simulation, in der nichtlineare Eigenschaften des Kettenwerks, wie beispielsweise das Ausknicken der Hänger, berücksichtigt sind.

Für die Beschreibung der Eigenschaften der Stromabnehmer stehen zehn verschiedene Ersatz-Modelle zur Verfügung. Diese Ersatz-Modelle bestehen aus diskreten Massen, Federn und Dämpfern. Die Massen sind durch Federn und Dämpfer miteinander verbunden. Es können



Stromabnehmer mit bis zu acht Freiheitsgraden nachgebildet werden, wobei die Modelle die Rotationsbewegung der Schleifleisten durch den Zick-Zack des Fahrdrabtes berücksichtigen.

Das Simulationsprogramm CATMOS® ist nach EN 50318 validiert. Innerhalb der Inspektionsstelle TSI bei Balfour Beatty Rail GmbH wird das Simulationsprogramm CATMOS® für die Konformitätsbewertung gemäß TSI für Interoperabilitätskomponenten und Teilsysteme Energie verwendet, in dem die Merkmale des dynamischen Zusammenwirkens zwischen Oberleitung und Stromabnehmern per Simulation geprüft werden.

Mit dem Simulationsprogramm CATMOS® können sehr umfangreiche Auswertungen durchgeführt werden. Auswertemöglichkeiten sind unter anderem:

- ▶ statistische Analyse der Kontaktkraft
- ▶ grafische Darstellung des Montagezustandes, der Kontaktkraft und der Bewegungen der Stromabnehmer
- ▶ grafische Darstellung der Bewegung ausgewählter Kettenwerkspunkte
- ▶ Ort und Dauer von Lichtbögen jeder Schleifleiste eines Stromabnehmers

Das Simulationsprogramm CATMOS® bietet folgende Anwendungsmöglichkeiten:

- ▶ Optimierung/Nachbildung von vorhandenen Oberleitungsanlagen
- ▶ Entwicklung von neuen Oberleitungssystemen
- ▶ Entwicklung/Optimierung von Sonderkonstruktionen an Bauwerken
- ▶ Untersuchung/Festlegung von Montagetoleranzen
- ▶ Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit bestehender Anlagen durch neue Stromabnehmer
- ▶ Betrieb mit mehreren Stromabnehmern
- ▶ Entwicklung/Optimierung von Stromabnehmern

Balfour Beatty Rail GmbH

Garmischer Str. 35
81373 München

Tel.: +49 89 41999-0
Fax: +49 89 41999-270

info.de@bbrail.com

www.bbrail.de



© 2014 Alle Rechte sind der Balfour Beatty Rail GmbH vorbehalten.
Balfour Beatty ist eine eingetragene Marke der Balfour Beatty plc.