

# Die Herausforderungen an Raddetektion und Achszählung in der Zukunft

Martin Rosenberger

**Achszählsysteme mit induktiven Radsensoren haben sich bereits bei vielen Bahnen weltweit als zuverlässige und wirtschaftliche Gleisfreimeldesysteme etabliert. Das Fortschreiten des Standes der Technik in den Wirkprinzipien, den Herstellungsverfahren und Werkstoffen sowie die mittlerweile jahrzehntelangen Einsatzerfahrungen bilden die Grundlage für immer mehr Anwendungen und Lösungen. Die Entwicklung auf dem Fahrzeugsektor hinsichtlich Typenvielfalt, elektromagnetische Emissionen und Geschwindigkeiten stellt weiterhin höchste Herausforderungen an die Radsensoren, um eine sichere und zuverlässige Raddetektion zu gewährleisten. Dieser Beitrag gibt als Teil 1 einer Gesamtbetrachtung einen Überblick über moderne Raddetektionssysteme. Teil 2 wird sich mit dem Stand der Technik in der Achszählung auseinandersetzen.**

## 1 Raddetektion

Die Detektion von Rädern war schon in den frühen Anfängen der Eisenbahn im 19. Jahrhundert ein dringender

Wunsch der Eisenbahnsignaltechniker. Als Schaltmittel für zuggesteuerte Bahnübergangsanlagen, für Gleisfreimeldeanlagen, für das automatische Haltstellen von Signalen oder die automatisierte Fahrstraßenauflösung, aber auch als Ein- und Ausschaltmittel für die unterschiedlichsten Anlagen am Gleis (z.B. Messsysteme, Tore, Waschanlagen, Waagen) stieg ihre Bedeutung und damit die Anforderungen an Verfügbarkeit und Sicherheit im Laufe der Zeit erheblich.

Die dazu entwickelten Geräte wurden und werden noch aufgrund ihrer punktförmigen Wirkung als Schienenkontakt oder auch Schienenschalter bezeichnet.

Spezielle Komponenten zur Auswertung der Signale waren in der Vergangenheit nicht notwendig, da die im Schienenschaltersystem integrierten Kontakte in der Regel direkt in Relaischaltungen eingebunden waren. Bei modernen Radsensoren ist das anders. Hier bilden analoge Signale das Ausgangssignal, welches mit einer Auswertekomponente (z. B. einer Auswertebaugruppe) zu interpretieren ist (Bild 1).

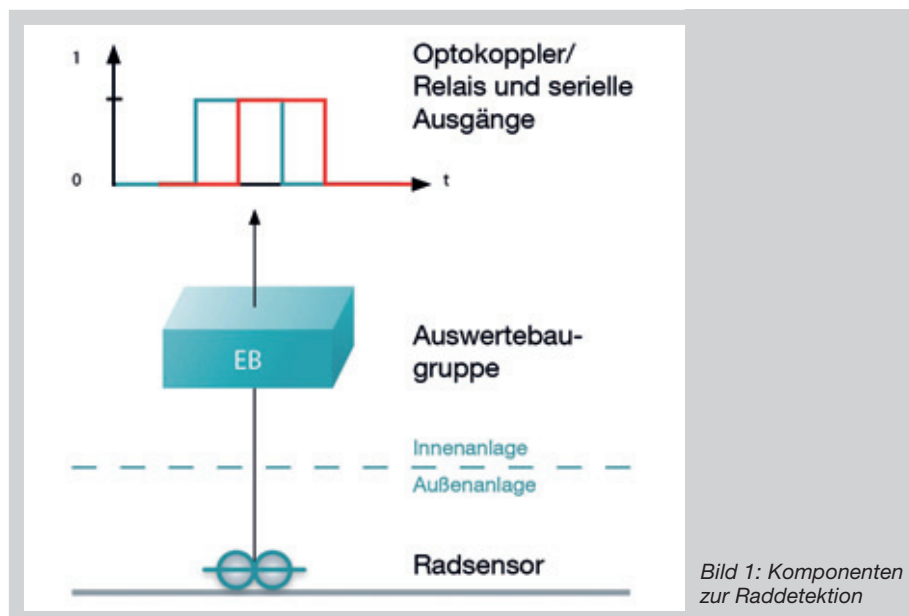


Bild 1: Komponenten zur Raddetektion

## 2 Die Wirkprinzipien von Gleisschaltmitteln [1]

### 2.1 Mechanisch wirkende Schienenkontakte

Sie bestehen in der Regel aus einer innen am Schienenfuß befestigten Kontakteinrichtung, welche durch den Spurkranz über einen Hebel betätigt wird. Wegen ihrer Störanfälligkeit wurden diese in Europa schon Ende des 19. Jahrhunderts durch hydraulisch wirkende Schienenkontakte abgelöst. Sie sind aber auch noch heute in nicht signaltechnischen Anwendungen, wie z.B. Rottenwarnanlagen, anzutreffen.

### 2.2 Hydraulisch wirkende Schienenkontakte

Die nicht sehr weit verbreitete Art der hydraulisch wirkenden Schienenkontakte wurde meist mit der durch die Achslast verursachten Durchbiegung der Schiene betätigt. Mit Flüssigkeit gefüllte Zylinder – anfangs mit Quecksilber, später Hydrauliköl – betätigten einen Kontaktsatz.

In Deutschland wurden diese hydraulischen Schienenschalter bereits ab 1920 durch pneumatisch wirkende Elemente ersetzt.

### 2.3 Pneumatisch wirkende Schienenkontakte

Aufgrund ihrer langen Einsatzzeit sind mehrere Bauformen entstanden, die sich hinsichtlich ihrer Wirkungsweise und Konstruktion durchaus voneinander unterscheiden. Im Wesentlichen führte die Krafteinwirkung auf einen Kolben in luftdichten Kammern zu Druckunterschieden, die z.B. über eine Membran auf eine Kontakteinrichtung wirkten. Für eine einigermaßen akzeptierbare Verfügbarkeit waren bei dieser Form der Schienenschalter bestimmte Achslasten oder Mindestgeschwindigkeiten notwendig, was ihre Anwendung naturgemäß einschränkte. Sie wurden daher ab den fünfziger Jahren schrittweise durch magnetisch wirkende Kontakte ersetzt.

## 2.4 Magnetisch wirkende Schienenkontakte

Mitte des vorigen Jahrhunderts kamen die ersten berührungslosen Schaltgeräte zum Einsatz. Die als Magnetschienenkontakte oder Impulsgeber bezeichneten Gleisschaltmittel sind mit einem Permanentmagnetsystem ausgestattet, in deren Einflussbereich sich magnetisch betätigte, elektrische Kontakte befinden. Die Einwirkung des Eisens des Spurkranzes löst infolge der Feldveränderung eine Kontaktbetätigung aus. Magnetisch wirkende Schienenkontakte unterschiedlichster Bauformen und Wirkprinzipien findet man noch heute bei vielen Bahnen der Welt. In Mitteleuropa werden sie zunehmend durch induktiv wirkende Geräte ersetzt, da sie sensibel auf fremde Magnetfelder reagieren.

## 2.5 Induktive Wirkprinzipien

Parallel zur Entwicklung der magnetisch wirkenden Schienenschalter kamen berührungslose Schalter auf den Markt, die auf dem Trafoprinzip beruhen. Eine Primärspule generiert ein Wechsellängsfeld in einem Eisenjoch, das mindestens einen Luftspalt in Richtung Schienenkopf aufweist. Ein im Luftspalt durchlaufender Spurkranz verändert den magnetischen Fluss und damit einhergehend die Induktion in einer Sekundärspule, die vorzugsweise als Differenzialspule ausgebildet ist. Dieses Wirkprinzip wurde später durch Verwendung von Ferriten und Erhöhung der Arbeitsfrequenzen verbessert.

Im gleichen Zeitraum entstanden Geräte, die nach dem magnetodynamischen Prinzip arbeiten. Die Funktion der als magnetische Impulsgeber bezeichneten Gleisschaltmittel beruht auf einem Permanentmagnetsystem mit offenen Weicheisenjochen. Die von den vorbeiführenden Spurkränzen verursachten Flussänderungen induzieren auswertbare Spannungen in Spulen, die im Bereich des magnetischen Flusses angebracht sind. Dieses Wirkprinzip funktioniert erst ab einer gewissen Geschwindigkeit, die allerdings durch laufende Schaltungsoptimierung auf nahezu null gesenkt wurde.

Heute noch weit verbreitet sind Gleisschaltmittel, die auf der einen Schienen-seite eine Senderspule installiert haben, auf der anderen Seite eine Empfangsspule. Das Rad bzw. der Radreifen beeinflusst die induktive Kopplung zwischen Sender und Empfänger. Die Geräte sind vorwiegend als Doppelsensoren ausgeführt und werden meist als Zählpunkte für Achszähler verwendet.

In den 1970er Jahren beeinflusste das Aufkommen der integrierten Schaltungen das Wirkprinzip der Gleisschaltmittel nachhaltig. Gleichauf mit einem enormen Entwicklungsschub im Bereich der Industrieelektronik machte das Wirkprinzip des induktiven Näherungsschalters erste Gehversuche. Zunächst wurden sogenannte Schienenkopfschalter in eine vertikale Bohrung im Schienenkopf eingebracht, um die Lauffläche der Räder zu detektieren. In der weiteren Folge setzte sich eine Bauart durch, die seitlich an der Gleisinnenseite einer Schiene montiert wurde und mit nach oben gerichteten Spulen die Einwirkung des Spurkranzes erfasste.

Auf diesem grundsätzlichen Prinzip beruhende Gleisschaltmittel sind heute als Radsensoren unterschiedlichster Bauformen und Wirkungsweisen bekannt und bilden künftig die Grundlage sicherer Raddetektion mit maximaler Verfügbarkeit.

## 2.6 Sonstige Wirkprinzipien

Die physikalisch bedingten Einsatzgrenzen induktiv wirkender Gleisschaltmittel, aber auch die bestehenden sehr hohen technologischen Hürden, einen auf diesen Prinzipien wirkenden zuverlässigen und sicheren Sensor zu bauen, führen immer wieder zur Entwicklung von Radsensoren, welche auf anderen physikalischen Prinzipien beruhen. Beispielsweise sei hier die Mikrowellentechnik, Piezoelektrik, Lichtwellenoptik oder Schall genannt. Alle diese Ansätze haben bisher zu keinem, im Sinne der Eisenbahnsignaltechnik zulassungsfähigen, serienreifen System geführt.

## 3 Stand der Technik

Der Stand der Technik der Raddetektionssysteme orientiert sich an den Herausforderungen, die Anwender an Entwicklern stellen. Fast alle oben beschriebenen Systeme finden sich auch heute noch in vielen Bahnnetzen. Hier soll dargestellt werden, welche Technologien in der Zukunft eine entscheidende Rolle spielen werden.

### 3.1 Herausforderungen

#### 3.1.1 Mechanische Belastungen (Schwingen, Schock)

Schocken wird vorwiegend von Flachstellen auf den Laufflächen der Räder verursacht, während Schwingen hauptsächlich durch Riffelbildung auf der Schienenoberfläche auftritt. In der EN

50125-3 sind die Werte für Schocken und Schwingen definiert. In der Praxis können jedoch deutlich höhere Beanspruchungen auftauchen. Weniger bedeutend, aber in einigen Lastenheften von Bahnbetreibern definiert, sind Mindestkräfte, denen die Sensoren ohne Störbeeinflussung stand halten müssen.

#### 3.1.2 Klimatische Belastungen (Umgebungstemperatur, Nässe, Schnee)

Der extreme Umgebungstemperaturbereich von  $-40$  bis  $+85^{\circ}\text{C}$  (in nördlichen Ländern bis  $-60^{\circ}\text{C}$ ) wird zwar von den elektronischen Bauteilen großteils beherrscht, stellt aber bei der Entwicklung frequenz- und gütestabiler Spulen eine große Herausforderung dar. Da Spulen nach wie vor aus Kupferleitern bestehen und diese feuchtigkeitsdicht in eine Vergussmasse eingebettet werden müssen, kristallisieren sich folgende Probleme heraus: Steigende Temperatur verursacht einen erhöhten Kupferwiderstand und verringert die Spulengüte, die auch durch den dielektrischen Verlustfaktor der Vergussmasse zwischen den Spulenwindungen beeinflusst wird. Der dielektrische Verlustfaktor verläuft nicht linear zur Temperatur und nimmt meist ab  $60^{\circ}\text{C}$  deutlich zu. Die in der Praxis von induktiven Sensoren ausgehenden Magnetfelder von einigen kHz bis einigen MHz führen bei Nässe, Schnee und Eis gewöhnlich zu keiner Beeinflussung. Allerdings verursachen hohe Betriebsfrequenzen auch elektrische Felder, die von Wasser oder Eis beeinflusst werden. Daher sollten diese Geräte gegen die Ausbreitung elektrischer Felder kompensiert sein.

Die Forderung nach Einhaltung der höchsten Schutzklasse IP 68 gemäß EN 60529 wird insbesondere über die Einsatz- bzw. Lebenszeit am Gleis zu einer technologischen Herausforderung für moderne elektronische Radsensoren. Sensoren müssen auch unter extremen klimatischen Bedingungen zuverlässig funktionieren (Bild 2, 3, 4).

#### 3.1.3 Schienentemperatur, Schienenströme

Der Schienenkopf liegt im Einflussbereich der Sensorspulen. Bei einer Schienentemperatur von  $-40$  bis  $+100^{\circ}\text{C}$  (zusätzliche Erwärmung der Schiene durch die lineare Wirbelstrombremse) verändern sich die Permeabilität und die Leitfähigkeit des Eisens erheblich. Das wirkt sich in der Sensorspule in Form einer Drift aus und bewirkt bei steigender Temperatur eine Erhöhung der Wirbel-



Bild 2: RSR 123 im Hagel

stromverluste und gleichzeitig eine Verringerung der Hystereseverluste durch abnehmende Permeabilität des Materials. Beide Verläufe sind nicht linear bei gegebener Arbeitsfrequenz.

Weiterhin sind Permeabilitätsveränderungen des Schienenmaterials durch Schienenströme zu beobachten. Schienenrückströme verursachen ein Magnetfeld, das auch die Oberfläche des Schienenmaterials magnetisiert. Die Folge davon ist eine Verringerung der Permeabi-

lität des Schienenkopfmaterials und damit einhergehend, von der Sensorspule registrierte, abnehmende Hystereseverluste. Wechselstromtraktion wirkt sich darüber hinaus anders aus als Gleichstromtraktion. Fahrleitungskurzschlüsse bis 40 kA oder Transienten aus atmosphärischen Entladungen können das Schienenmaterial in magnetische Sättigung treiben und deshalb die Hystereseverluste gänzlich verdrängen.



Bild 3: RSR 180 im Schnee

### 3.1.4 Magnetfeld durch Schienenrückströme

Schienenrückströme verursachen ein Magnetfeld, das konzentrisch um die Schiene verläuft, weshalb die Sensorspule voll in dessen Einflussbereich liegt. Wenn die Sensorspule mit einem Ferritkern aufgebaut ist, kann dieser vom Magnetfeld in Sättigung getrieben werden. Fahrleitungskurzschlüsse und Ströme aus atmosphärischen Entladungen verursachen ähnliche Auswirkungen.

### 3.1.5 Traktionsstromkommutierung

Das oft sichtbare Feuer an den Stromabnehmern der Fahrzeuge oder Kontaktprobleme zwischen Schiene und Rad verursachen Stromänderungen im Schienenrückstrom in einem weiten Frequenzspektrum. Die daraus hervorgerufenen Magnetfelder induzieren in der Sensorspule Spannungen, die zu kompensieren sind.

### 3.1.6 Magnetschienenbremsen, Wirbelstrombremsen

Diese Bremsenelemente wirken in mehrfacher Hinsicht auf den Radsensor ein. Zum einen verursacht das Metall- und Spulenvolumen der Bremse, welches seitlich über den Schienenkopf in den Wirkbereich des Sensors reicht, eine Teilbedämpfung des Sensorsystems, die zu keiner Schaltauslösung wie bei einem Spurkranz führen darf. Zum anderen generieren beide Bremsenarten, insbesondere die Wirbelstrombremse, ein enormes Magnetfeld, das wiederum zweierlei Auswirkungen hat. Das in den Stahl des Schienenkopfes eindringende Magnetfeld treibt diesen in magnetische Sättigung. Die Auswirkungen gleichen den unter 3.1.3 beschriebenen. Und das Streumagnetfeld erreicht natürlich auch den Sensor und muss störungsfrei verkraftet werden. Die Auswirkungen gleichen den unter 3.1.4 beschriebenen.

### 3.1.7 Störende Magnetfelder von Fahrzeugen (Inverter, Drosseln, Trafos)

Verlustarme Leistungsinverter erfordern hohe Schaltfrequenzen und steile Schaltflanken. Unter den Schienenfahrzeugen ist deshalb mit störenden Magnetfeldern zu rechnen, die eine hohe Bandbreite, von energietechnischen Frequenzen bis hin zu einigen Mhz, aufweisen. Wenn ein störendes Magnetfeld unmittelbar die Betriebsfrequenz des Sensors trifft, sind die Auswirkungen besonders drastisch.

### 3.1.8 Fahrzeuggeometrien (Wirkbereiche)

Alle Radsensoren haben definierte und mehr oder weniger eindeutig bestimmbare Einwirkbereiche. Demzufolge ist die Sensibilität gegenüber sich nähernden Eisenmassen entsprechend unterschiedlich.

Insbesondere bei Straßenbahnen, Metros und Nahverkehrszügen (Light Vehicles) führen optimierte Drehgestellgeometrien in Kombination mit Magnetschienenbremsen häufig zu Problemen bei einer sicheren und verfügbaren Raderfassung. Vor allem bei modernen Unterflurfahrzeugen ist das Signal des Spurkranzes kaum mehr von anderen einwirkenden Eisenmassen zu unterscheiden, beispielsweise der Magnetschienenbremse. Hinzu kommen kleine Raddurchmesser in Kombination mit kleinen Achsabständen.

Die Geometrie Rad-Achse-Schiene-Schwelle kann auch als Leiterschleife betrachtet werden, die einen Teil des vom Sensor ausgehenden Magnetfeldes empfängt. Falls die Resonanzfrequenz der Schleife in der Nähe der Betriebsfrequenz des Sensors liegt, ist eine Beeinflussung des Sensorsystems möglich. Frauscher nennt diese Art der Beeinflussung den „parasitäreren Saugkreis“.

### 3.1.9 Installation und Montage

Die Anforderungen bezüglich der Installation und Montage ergeben sich aus historisch gewachsenen Vorschriften der jeweiligen Eisenbahnunternehmen, die auf die Applikation und auf die konstruktiven Gegebenheiten hinsichtlich Schienenprofil, Oberbauform und Gleiseinbettung (zum Beispiel in Straßen) Rücksicht nehmen.

Mittlerweile werden großen Mengen an Radsensoren verarbeitet. Ihre Wirtschaftlichkeit orientiert sich daher auch an der schnellen Montage und Demontage. Hier hat sich die Klemmtechnik gegenüber der Stegmontage mittels Bohrungen weitgehend durchgesetzt.

Kurze Montagezeiten mit einhergehendem kurzen Aufenthalt des Montagepersonals im Gleis stellen darüber hinaus einen Sicherheitsgewinn dar.

Bei Schaltmitteln für Rottenwarnanlagen spielt neben Montage- und Inbetriebsetzungszeiten (Abgleich der Sensorik) auch das Gewicht der Sensoren und Klauen eine entscheidende Rolle.

Zudem wird eine hohe Flexibilität der Montagetechnik erwartet. Montage im Schwellenfach oder auf einer Schwelle, in unmittelbarer Nähe von Radlenkern, an Rillenschienen unter der Straßenfahr-

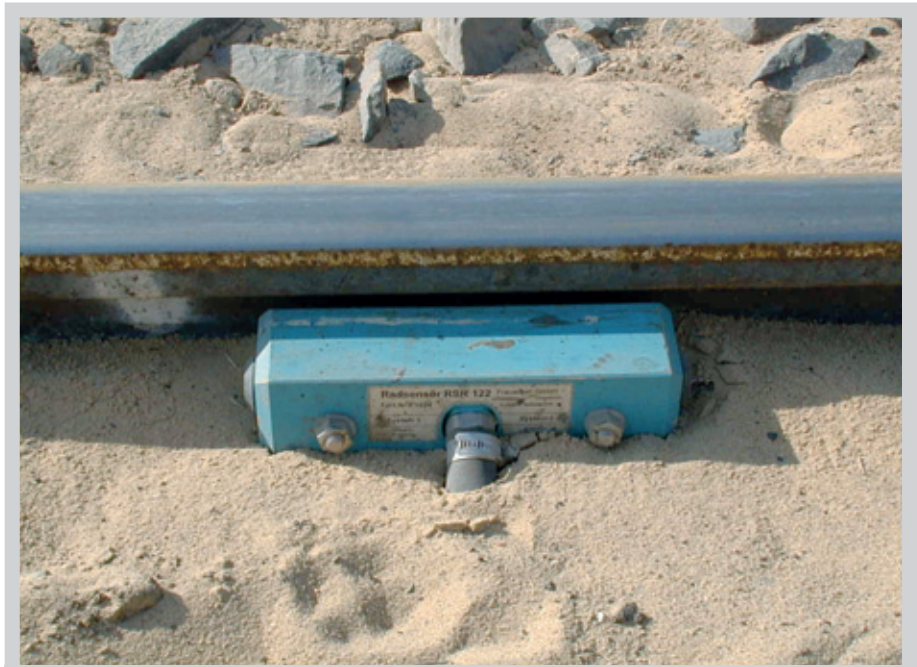


Bild 4: RSR 122 im Sand

bahn oder bei fester Fahrbahn sind beispielsweise aktuelle Anforderungen an Montagesysteme.

### 3.2 Hochverfügbare Radsensoren

Von den unter Punkt 2 beschriebenen Wirkprinzipien hat sich die Technik des induktiven Radsensors durchgesetzt. Erforderlich sind spezielle Eigenschaften, die die bekannten Einwirkungsstörungen frei ausblenden, die Räder aber sicher abbilden.

In der Regel besteht ein Radsensor aus Gründen der Ausfalloffenbarung aus zwei unabhängig wirkenden Sensorsystemen. Die Verdoppelung gestattet weitere Funktionalitäten des Raddetektionssystems, die sich aus dem zeitlichen Zusammenhang und der Intensität der Beeinflussung ergeben.

Obwohl in allen Fällen mit diesem Wirkprinzip mindestens eine von Wechselstrom durchflossene Spule als Kernelement wirkt, ist bei detaillierter Betrachtung noch zwischen folgenden Verfahren zu unterscheiden:

- **Wirbelstrom- und Hystereseverfahren:** Das von der Sensorspule ausgehende Wechselmagnetfeld verursacht Wirbelstrom- und Hystereseverluste in ferromagnetischen Materialien (hier der Spurkranz), die sich in seinem Einflussbereich befinden. Diese Verluste wirken auf die Sensorspule zurück und verringern ihre Schwingkreisgüte.
- **Feldablenkungsverfahren:** Das von einer wechselstromgespeisten Spule ausgesandte Magnetfeld wird von vor-

handenen ferromagnetischen Materialien derart gebeugt, dass sich die Induktion in einer nahe gelegenen Empfangsspule ändert. Diese Beeinflussung kann zunehmen oder abnehmen.

- **Induktivitätsverfahren:** Die Induktivität einer Sensorspule wird durch den Einfluss von umgebendem ferromagnetischen Material verändert. Der Einfluss des Materials ist von der Betriebsfrequenz abhängig.

Der Radsensor vom Typ RSR122 der Frauscher Sensortechnik GmbH arbeitet zum Beispiel nach dem „Wirbelstrom- und Hystereseverfahren“, während der Radsensor vom Typ RSR180 nach einer vielfach bewährten Kombination aus dem „Feldablenkungsverfahren“ und dem „Induktivitätsverfahren“ arbeitet.

Die Wirkweise des hochinnovativen Radsensors RSR123 besteht aus einem Verfahrensmix aus den drei oben genannten induktiven Verfahren (V.Mix-Technologie) [2]. Die Eigenschaften des RSR 123 markieren einen Stand der Technik, der hinsichtlich der in 3.1. genannten Resistenz gegen störende Beeinflussungen (siehe Bild 4) ein Optimum darstellt (Bild 5).

### 3.3 Schienenschalter – Radsensor

Ein Schienenschalter kann lediglich zwei Informationen senden, nämlich „belegt“ oder „frei“. Weitere Informationen, wie beispielsweise seine Lage in Bezug auf die Schiene, Zustand von Belegungen, Auswertung störender Fremdbeeinflussungen oder mangel-



Bild 5: Patentierte V.Mix-Technologie® für höchste Anforderungen

hafter Spurkranzausbildungen sind ihm fremd.

Mehrere Jahrzehnte Erfahrung in der Entwicklung von induktiven Sensoren haben gezeigt, dass die in 3.1. dargestellten Anforderungen ohne ein analoges, Abstand messendes Ausgangssignal kaum erfüllbar sind. Das wird insbesondere bei der Verwendung von Radsensoren in einem bezüglich der unerwünschten Beeinflussungen schwierigen Umfeld deutlich, wie beispielsweise bei hochbelasteten Streckenabschnitten mit Mehrfachtraktion (AC und DC), Anwendungen bei extremen Umgebungsbedingungen wie Industrieanlagen in klimatischen Extremzonen oder bei Straßenbahnen mit Unterflurfahrzeugen.

Das Bild 6 zeigt den Signalverlauf eines typischen Frauscher Radsensors mit zwei unabhängigen Sensorsystemen (sys 1 und sys 2) bei Überfahrt eines Rades. Der gesamte mögliche Signalbereich kann dabei in folgende Zonen eingeteilt werden:

- Bereich 1: Sensor ordnungsgemäß an der Schiene, kein Radeinfluss
- Bereich 2: Sensor von der Schiene abgefallen (Signal steigt an, weil sich der Schienenkopf außerhalb des Einwirkungsbereiches befindet)
- Bereich 3: Sensor durch ein Rad bedeckt
- Bereich 4: Aderbruch oder Bauteilfehler

Im Gegensatz zu einem Schalter, dem nur die Zustände „ein“ und „aus“ bzw. „high“ und „low“ zugeordnet sind, erlaubt ein analog wirkender Sensor bei entsprechend intelligenter Auswertebaugruppe aber auch eine Reihe von weiteren Aussagen.

### 3.4 Auswertemöglichkeiten

Die Signalwerte stehen am Radsensor als eingeprägte Stromwerte zur Verfügung und können über die Kabelstrecke von einer intelligenten Baugruppe, der Auswertebaugruppe, mit unterschiedlichen Algorithmen in der Innenanlage ausgewertet werden. Dabei sind neben den eigentlichen Nutzsignalen der Radsensoren auch Zustandswerte des Sensors bezüglich seiner sicheren Wirkungsweise übertragbar, wie Abfallerkennung, ordnungsgemäße Montage, mangelhafte

Bedämpfung, Driftwerte und Störungen im Sensorsystem.

Dieses Prinzip gestattet es zusätzlich, auf sensible und teure Elektronik am Gleis zu verzichten. Das erhöht nicht nur die Wirtschaftlichkeit der Installationen, sondern senkt nachhaltig Inbetriebnahme- und Wartungskosten.

Die Einspeisung der analogen Signalwerte erlaubt außer den oben angeführten Zustandsausgaben noch eine Reihe weiterer Bewertungen.

Mit modernen Radsensoren in Kombination mit intelligenten Auswertebaugruppen können neben der eigentlichen Erfassung des Rades auch Raddurchmesser, Überfahrungs geschwindigkeit, Überfahrungsrichtung, die Radmitte über dem Sensor oder das Vorhandensein z. B. einer Magnetschienenbremse ermittelt werden.

Darüber hinaus gestattet das analoge Sensorsignal die Triggerung für die Ausgabe des für Zählzwecke genutzten Rechtecksignals an frei wählbaren Signalpegeln. Somit können auch Radlaufflächen ohne Spurkränze oder am Schienenkopf hochlaufende Spurkränze detektiert werden.

Weiter sind relativ einfach grundlegende Informationen für eine Diagnose des Sensorsystems zentral in der Innenanlage ableitbar. Das Frauscher Diagnosesystem FDS [3] für das Achzählsystem ACS2000 ist eine typische Anwendung dieser Möglichkeiten (siehe SIGNAL+DRAHT 1+2/2010).

Für all diese Möglichkeiten der Datenexploration existiert bereits eine Vielzahl von Auswertebaugruppen. Es gibt hierzu mittlerweile mehrere Hardwareplattformen mit jeweils unterschiedlichsten Softwareversionen und Auswertelgorithmen. Als Beispiel seien hier die AMC, IMC (universale Auswertebaugruppe mit Optokopplern), EIB, AEB (CAN-Schnittstelle) oder VEB (sichere Ausgabe von Geschwindigkeiten) genannt.

Durch die Möglichkeit von kundenspezifischen Auswertungen unter bekannten bzw. zu ermittelnden Bedingungen ist in der jeweiligen Anwendung ein Maximum an Funktionalität und Verfügbarkeit erzielbar. Deshalb wird bei Frauscher sehr großer Wert auf für den Kunden transparente Testinstallationen im Vorfeld gelegt, insbesondere auf hinsichtlich ihrer Beeinflussungsbedingungen auf den Radsensor kritische Anwendungen. Ein Fachartikel in SIGNAL+DRAHT 6/2011 stellte die dazu entwickelte und eingesetzte Messtechnik näher vor [4].

Weiter sind diese Auswertebaugruppen auch hinsichtlich ihrer Schnittstelle zur übergeordneten Anwendung unterscheidbar. Es existieren Versionen mit

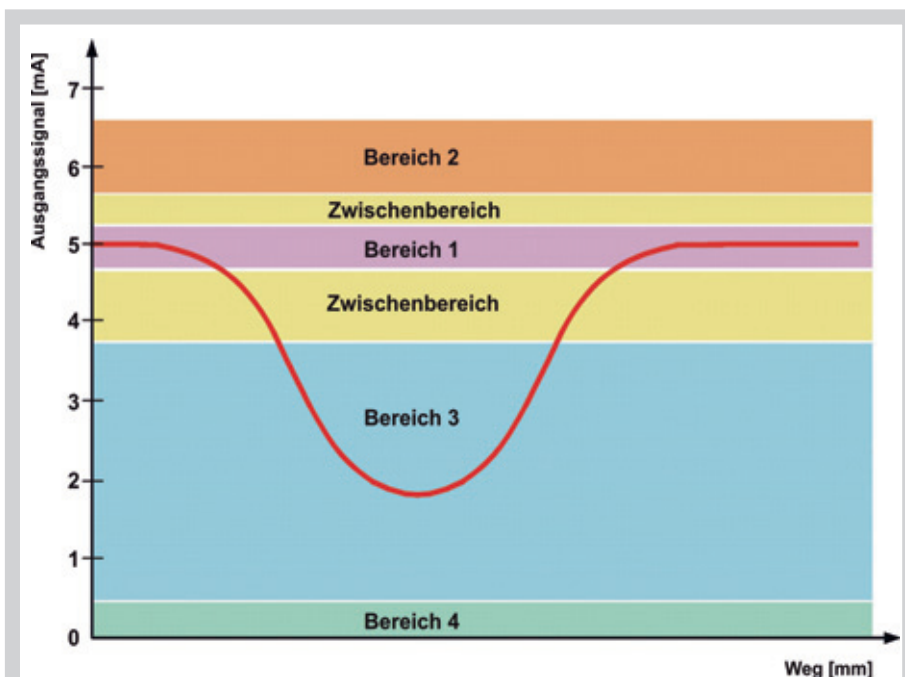


Bild 6: Beispiel für Auswertung eines analogen Signals

Relaisschnittstelle, Optokopplern oder seriellen Schnittstellen.

### 3.5 Zeitgemäße Installation von Radsensoren

Die Ausführung der Montage und Installation von Radsensoren an der Schiene hat einen erheblichen Einfluss auf die Praktikabilität, die Life Cycle Costs und die möglichen Anwendungen von Raddetektionssystemen.

Stand der Technik sind qualitativ hochwertige, extrem verfügbare und sichere Schienenklauenkonstruktionen, die mit den unterschiedlichsten Schienenprofilen (Rillenschienen) bei allen bekannten Fahrbahnausführungen einsetzbar sind. Die Installation von Radsensoren mittels einfach, schnell und ohne besondere Hilfsmittel montierbarer Schienenklauen erlaubt auch den Einsatz dieser modernsten Art der Raddetektion als temporäre oder flexible Lösungen zum Beispiel für Rottenwarnanlagen.

Da das Kabel zum Sensor (Sensorkabel) bei den hier beschriebenen, induktiv wirkenden Radsensoren nicht Bestandteil des Wirkmechanismus des Sensors ist, wird zudem die flexible kundenspezifische Konfektionierbarkeit von Sensorkabeln auch nach der Installation ermöglicht.

Zukünftig wird sich auch die Steckbarkeit des Kabels am Sensor weltweit als Standard etablieren. Die Radsensoren RSR 123 und RSR 181 von Frauscher bieten schon heute diese Möglichkeiten mit allen Vorteilen bei der Installation neuer Signalanlagen oder der Montage und Demontage während der Wartungsarbeiten im Gleis (Bild 7).

## 4. Raddetektion und ihre Anwendungen

Genügen Gleisschaltmittel als Bestandteil von Gleisfreimeldeanlagen den Las-

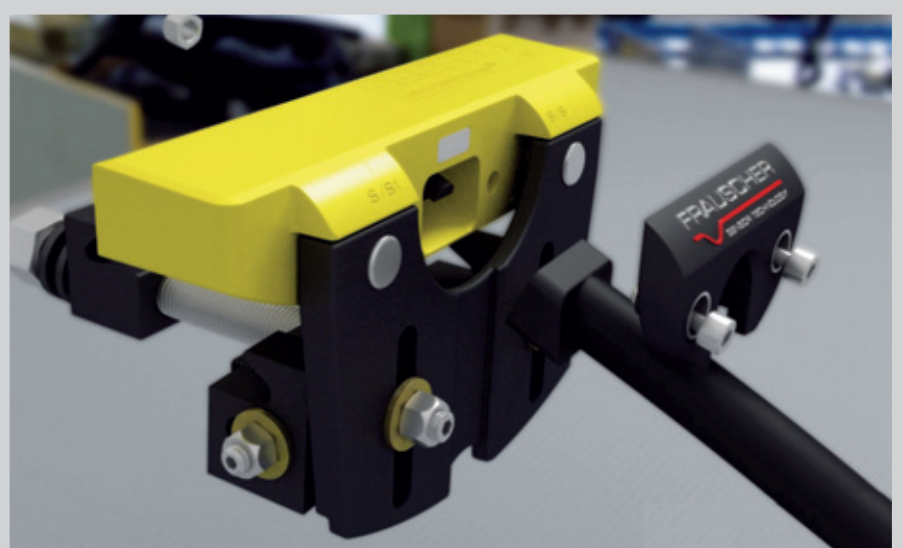


Bild 7: Schnelle und einfache Montage des Sensors mittels Schienenklauen und Kabelsteckverbindung

tenheften für Achszählsysteme der Bahnbetreiber, sind sie theoretisch auch für andere sichere Systeme einsetzbar. Eine Einstufung solcher Systeme als CENELEC SIL 4 Systeme ist hier zunehmend die Basisanforderung z. B. für Achszählanlagen weltweit.

Doch erst als induktiv wirkende Radsensoren mit analogem Ausgangssignal und einer entsprechenden Auswertebaugruppe erschließen sich diesen Raddetektionssystemen auch die Vielzahl aller denkbaren Anwendungen sowohl als SIL 4 Systeme als auch für Systeme mit abgestufter Sicherheit nach CENELEC d. h. SIL 0 – SIL 3.

### 4.1 Gleisfreimeldung

Die Achszählung als Gleisfreimeldung war und ist immer noch die Königsdisziplin von Gleisschaltmitteln. Erst mit induktiv wirkenden Radsensoren wurde sichere Achszählung hoch verfügbar und löst so zunehmend die Gleisfreimeldung

mit Gleisstromkreisen schrittweise weltweit ab.

Im Laufe der Jahre haben sich viele Formen der Gleisfreimeldung auf Basis von Achszählern entwickelt.

### 4.2 Bahnübergänge

Gleisschaltmittel als Ein- und/oder Ausschaltung von Bahnübergängen gibt es schon seit den Anfängen der Gleisschaltmittel. Mit den modernen Raddetektionssystemen lassen sich mittlerweile auch mit einzelnen Sensoren sichere Ein- und Ausschaltpunkte für Bahnübergänge realisieren. Es existiert weltweit mittlerweile eine fast unüberschaubare Vielfalt an Konfigurationen auch in Kombination mit Achszählkreisen.

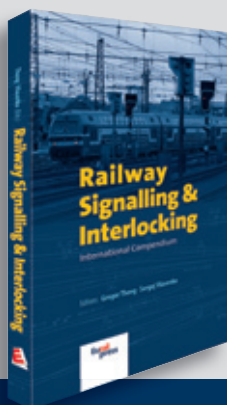
Die weitere Entwicklung der Raddetektionssysteme z. B. mit der Möglichkeit, Geschwindigkeitsinformationen sicher und wirtschaftlich bereitzustellen, wird diese Anwendungen immer sicherer, flexibler und wirtschaftlicher machen.

#### Technical Data:

Railway Signalling & Interlocking  
ISBN 978-3-7771-0394-5  
350 pages  
Size 17 cm x 24 cm, Hardcover  
Price: € 58,- + postage

#### Contact:

DVV Media Group GmbH  
Eurailpress  
Phone: +49 40/2 37 14-440  
Fax: +49 40/2 37 14-450  
Email: book@dvvmedia.com



## Railway Signalling & Interlocking International Compendium

Editors: Gregor Theeg • Sergey Vlasenko

Railway signalling is one of the few technical fields which are mainly oriented nationally. The purpose of this book is to give a summary and comparison of railway signalling and interlocking methods at the international level. The contents cover the whole range of signalling equipment and methodology.

For more information please visit [www.eurailpress.de/irsien](http://www.eurailpress.de/irsien)



Bild 8: Über Radsensoren angesteuerte Heißbläuerortungsanlage

### 4.3 Schaltanwendungen (Triggering)

Moderne Raddetektion, die hoch verfügbar Anlagen quasi in Echtzeit und punktgenau mit hoher Auflösung ein- und ausschaltet, ist Bestandteil vieler unterschiedlicher Systeme. Beispielfhaft seien hier Weichenauffahrmeldungen, Heißbläuerortungsanlagen (HOA), Flachstellenortungsanlagen, Gleiswaagen, Waschanlagen, Tore, Tunnelbeleuchtungen oder Fahrgastinformationsanlagen genannt (Bild 8).

### 4.4 Messanwendungen

Da die Raddetektion mit analogem Ausgangssignal neben der eigentlichen Rad erfassung mit diversen intelligenten Algorithmen auch Aussagen zur Überfahr geschwindigkeit, Überfahrriichtung, Rad durchmesser, die Radmitte über dem Sensor oder das Vorhandensein z. B. einer Magnetschienenbremse zulässt, sind

auf dieser Basis eine Vielzahl weiter An wendungen denkbar, in Realisierung und auch schon realisiert.

So können beispielsweise Geschwin digkeitsprüfabschnitte für Langsamfahr stellen auf Basis der Geschwindigkeits messung durch induktive Radsensoren umgesetzt werden. Auch geschwindig keitsabhängige Fahrgastankündigungs anlagen nutzen diese Möglichkeit. Die Radmittenermittlung ist in verschiede nen Heißbläuerortungssystemen (HOA) re alisiert. Raddurchmessermessung kann beispielsweise die Funktion von Gleis bremsen optimieren.

Im Rahmen von intelligenten Achszählsystemen mit serieller Schnittstelle zu integrierten elektronischen Stellwer ken können diese Informationen (insbe sondere die Geschwindigkeit) für eine Vielzahl von zusätzlichen Funktionen im Stellwerk parallel zur Gleisfreimeldung verarbeitet und in zusätzlichen Funktio nen für den Kundennutzen angewendet werden.

## 5 Ausblick

Sichere, hoch verfügbare Raddeteki onssysteme der Zukunft werden auf in duktiv wirkenden Sensorsystemen mit analogem Ausgangssignal aufbauen. Die jahrzehntelangen Erfahrungen der Frauscher Sensortechnik GmbH und die über 60 000 Installationen weltweit zeigen, dass nur mit dieser Technologie die He rausforderungen bezüglich der im Ab

schnitt 3.1 aufgeführten Beeinflussun gen langfristig beherrschbar sein wer den. Den steigenden funktionalen An forderungen werden unterschiedliche Auswertebaugruppen mit spezifischen Softwareauswertelgorithmen gerecht. Diese vielfältigen Nutzenpotenziale kön nen jedoch nur dann ausgeschöpft wer den, wenn die Kernelemente Sensor und Auswertebaugruppe optimal aufeinander abgestimmt sind.

Diese Systeme in Verbindung mit opti mierter Schienenklauenmontage und steckbaren Sensorkabeln erfüllen alle zukünftigen Anforderungen in Bezug auf Wirtschaftlichkeit, Flexibilität und opti malar Wartbarkeit.

Die Möglichkeit, über die reine Radde tektion hinausgehende komplexere In formationen über die seriellen Schnitt stellen der Auswertebaugruppen an übergeordnete Applikationen zu übertra gen, eröffnet eine Vielzahl an heute noch nicht genutzten funktionalen Möglich keiten insbesondere in hoch integrierten komplexen elektronischen Stellwerks systemen.

## LITERATUR

- [1] Fenner, W.; Naumann, P., Trinckauf, J.: Bahnsicherungstechnik: Steuern, Sichern und Überwachen von Fahrwegen und Fahr geschwindigkeiten im Schienenverkehr, Publicis Corporate Publishing, 2004
- [2] Frauscher, J.: Vom Schienenschalter zum induktiven Radsensor mit Verfahrensmix, SIGNAL+DRAHT, 2006, Heft 1+2
- [3] Grundnig, G.; Raschhofer, S.: Erhöhung der Verfügbarkeit durch Einsatz des Diag nosesystems FDS, SIGNAL+DRAHT, 2010, Heft 1+2
- [4] Uhlig, T., Lehner, G.; Haipl, G.: Mobiles Messsystem zur Analyse von Fahrzeug-Mag netfeldern im Praxiseinsatz, SIGNAL+DRAHT, 2011, Heft 6

## ■ SUMMARY

### Future challenges to wheel detection and axle counting

Axle counters with inductive wheel sen sors have established themselves with many railway operators worldwide as a reliable and economical track vacancy detection system. Progress achieved in the development of the operating prin ciples, manufacturing processes, mate rials and the decades of experience in this field have allowed this technology to be applied in a growing number of ap plications and fields. Due to ever more advanced and diverse vehicles, safe and reliable wheel detection remains, how ever, a challenge for the present and the future.

### Der Autor

Ing. Dipl.-Ing. (FH) Martin Rosenberger  
M.Sc.  
Head of International Sales  
Frauscher Sensortechnik GmbH  
Anschrift: Gewerbestraße 1  
A-4774 St. Marienkirchen,  
E-Mail: martin.rosenberger@frauscher.com



## Intelligente Verkehrssysteme STARTEN MIT THALES

**Machen Sie das Beste aus Ihrer Infrastruktur - mit modernen Lösungen von Thales für Leit- und Sicherungstechnik, Fahrkartenmanagement, Kommunikation und Netzüberwachung.**

Als weltweit führendes Unternehmen bietet Thales sichere, leistungsfähige und bewährte Lösungen für den Nah- und Fernverkehr. Profitieren auch Sie von einem wirtschaftlichen Betrieb und maximaler Effizienz, während sich Ihre Kunden auf die höchsten Sicherheitsstandards verlassen können. Unsere 6.000 hochqualifizierten Spezialisten verfügen über umfassende Erfahrung und unterstützen Sie dabei, Ihr nächstes Projekt erfolgreich umzusetzen - auch unter noch so herausfordernden Bedingungen. Schließen Sie sich den über 100 Verkehrsbetreibern an, die bereits auf die Lösungen von Thales setzen und zu unseren Kunden zählen.

[www.thalesgroup.com/germany](http://www.thalesgroup.com/germany)

**THALES**



## Info

### Termin

Donnerstag, 03. November 2011  
bis Freitag, 04. November 2011

### Ort

Maritim Hotel am Schlossgarten  
Pauluspromenade 2  
D-36037 Fulda  
Tel.: +49 (0) 661-282-0

### Veranstalter

DVV Media Group GmbH | Eurailpress  
Tel.: +49 (0)40/237 14-470  
Fax: +49 (0)40/237 14-471  
www.eurailpress.de  
eurailpress-events@dvvmedia.com

### Ansprechpartner

Frau Stefanie Hauß

### Teilnahmebeitrag

€ 820,-\* bzw. € 640,-\* für Teilnehmer  
aus Beiratsunternehmen.  
(\*zzgl. MwSt. einschließlich Abend-  
essen, Tagungsunterlagen und  
Pausenerfrischungen)

### Organisiert durch

DVV Media Group GmbH | Eurailpress

### Unterstützt von



### Eventpartner

Alstom Transport  
Ansaldo STS  
Aradis NV  
Balfour Beatty Rail Signal  
Bayerische Kabelwerke  
BBR Verkehrstechnik  
Bombardier Transportation  
Center Systems Deutschland  
DB  
doc2b  
Draka Comteq Berlin  
Frauscher  
Frequentis  
Funkwerk  
Funkwerk Information Technologies  
GE Transportation Systems  
ICS Informatik Consulting System  
Invensys Rail  
ipw Ingenieurgesellschaft  
Movares Europe  
ÖBB  
Obermeyer Planen + Beraten  
Pintsch Bamag  
Progress Rail  
RMM-RailwayMechanicsMetal  
Scheidt & Bachmann  
Siemens  
SIGNON  
SST • Signal & System Technik  
Thales Rail Signalling Solutions  
VAE Eisenbahnsysteme  
Wenzel Elektronik

# 11. Internationaler SIGNAL+DRAHT-Kongress

03.–04. November 2011 • Fulda, Maritim Hotel



## Signaltechnik zwischen Migration und Innovation

In Fachkreisen werden zunehmend kontrovers Fragen im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung der Signaltechnik diskutiert. Im Mittelpunkt stehen dabei die Strategien der Bahnen – Innovation und/oder Migration. Die Diskussion wird stark beeinflusst durch ökonomische, aber auch politische Aspekte. Hinzu kommt, dass die Rahmenbedingungen und damit auch eine mögliche zielorientierte Vorgehensweise bei den Bahnen sehr unterschiedlich sind.

Vortragende aus Russland, Dänemark, Österreich, der Schweiz und Deutschland werden die dort eingeschlagenen Wege der Bahnen vorstellen. Dabei stehen die Anforderungen im Mittelpunkt. Vertreter der Industrie werden die aus ihrer Sicht möglichen Lösungsansätze aufzeigen. Und auch auf die Konsequenzen für die Instandhaltung und eine mögliche Aufwandsreduzierung im Zulassungsmanagement soll eingegangen werden.

Der Einfluss Europas darf in diesem Zusammenhang nicht aus den Augen verloren werden. Daher wird im SIGNAL-TALK der Frage nachgegangen, ob Europa geholfen oder die Schwierigkeiten gesteigert hat.

Online-Registrierung unter [www.eurailpress.de/veranstaltungen](http://www.eurailpress.de/veranstaltungen)

## Programm

Donnerstag, 03. November 2011

10.30	Begrüßung
10.40	Situation der Signaltechnik zwischen Politik und Ökonomie Dipl.-Ing. Klaus Müller (DB Netz AG)
11.40	Strategische Lösungsansätze der Betreiber in den D.A.CH-Ländern Dr. Michael Leining (DB Netz AG), Norbert Pausch (ÖBB-Infrastruktur), Ing. (FH) Martin Messerli (SBB-Infrastruktur)
12.25	Strategische Lösungsansätze der Betreiber in Russland Prof. Alexander Shabelnikov (NIIAZ, Russland)
12.55	Strategic Approaches of operators in Denmark B.Sc Engineering Claus Nymark
13.25	Mittagessen
14.15	Probleme der Betreiber und die daraus resultierenden Anforderungen an die Industrie Ing. Johann Berger (ÖBB-Infrastruktur)
14.45	Lösungsansätze bei der Migration innovativer Stellwerkstechnik Dipl. Ing. (BA) Martin Weller (Thales Transportation Systems)
15.15	Lösungsansätze bei der Migration innovativer Zugsicherungstechnik Dipl. Inform. Thomas Lindemann (Bombardier Transportation (Signal) Germany)
15.45	Lösungsansätze bei der Migration innovativer Bahnübergangssicherungstechnik Dipl. Ing. Steffen Henning (Scheidt & Bachmann)
16.15	Kaffeepause
16.45	Konsequenzen für die Instandhaltung Dipl. Ing. (FH) Christopher Lemm (DB Netz AG)
17.15	SIGNAL-TALK: Hat Europa uns geholfen oder die Schwierigkeiten gesteigert? Moderation: Hansjörg Hess (DB Netz AG) Teilnehmer: Dr. Alfred Veider (Thales Austria GmbH), Dr. Volker Kefer (Deutsche Bahn AG), Dipl. El. Ing. ETHZ Jürg Lütscher (BAV, Schweiz)
18.30	Abend der Kommunikation mit Abendessen

Freitag, 04. November 2011

9.00	Anforderungen an das Zulassungs-Management und die Rolle der anerkannten Regeln der Technik in Deutschland Dipl. Ing. Karl-Heinz Suwe (Chefred. SIGNAL + DRAHT)
9.30	Anforderungen an das Zulassungs-Management einschließlich der Rolle der anerkannten Regeln der Technik in der Schweiz Dipl. El. Ing. ETHZ Jürg Lütscher (BAV, Schweiz)
10.00	Anforderungen an das Know-how-Management Prof. Dr. Ing. Jochen Trinckauf (TU Dresden)
10.30	Kaffeepause
11.00	Abschlussdiskussion Moderation: Dipl.-Ing. Karl-Heinz Suwe (Chefred. SIGNAL + DRAHT) Teilnehmer: Dr. Michael Leining (DB Netz AG), Dipl. Ing. Karl Kammel (EBA), Ing. August Zierl (ÖBB-Infrastruktur), Dipl. Ing. Jürgen Alms (Thales Transportation System), Dipl. Phys. Reinhold Hundt (Funkwerk IT)
12.15	Verabschiedung Detlev K. Suchanek (DVV Media Group   Eurailpress)

Der Kongress findet zweisprachig in Deutsch und Englisch statt.

## Anmeldung

Bitte ein separates Formular für jeden Teilnehmer benutzen.

Name/Titel \_\_\_\_\_

Vorname \_\_\_\_\_

Funktion \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Straße/Hausnr. \_\_\_\_\_

PLZ/Ort \_\_\_\_\_

Land \_\_\_\_\_

Telefon/Fax \_\_\_\_\_

E-Mail \_\_\_\_\_

Datum/Unterschrift \_\_\_\_\_

### Zahlungsweise

per Kreditkarte

Eurocard/Mastercard  VISA

American Express

Karten-Nr. \_\_\_\_\_

gültig bis \_\_\_\_\_

Die Teilnahmebedingungen erkenne ich hiermit an.

### Teilnahmebedingungen

1. Nach Eingang der Anmeldung erhalten die Teilnehmer eine Anmeldebestätigung und eine Rechnung, die sofort fällig ist.

2. Für Absagen, die später als 2 Wochen vor dem Veranstaltungstermin bei uns eingehen, berechnen wir den gesamten Teilnahmebeitrag. Bei Absagen vor diesem Termin wird eine Bearbeitungsgebühr von € 100,- zzgl. MwSt. erhoben. Ersatzteilnehmer können benannt werden.

3. Gerichtsstand ist Hamburg.

4. Wir müssen uns vorbehalten, die Veranstaltung abzusagen. In diesem Fall erhalten die Teilnehmer bereits gezahlte Teilnahmebeiträge unmittelbar zurück. Weitergehende Ansprüche bestehen nicht.

5. Wir haften nicht für Unfälle sowie den Verlust oder die Beschädigung des Eigentums der Veranstaltungsteilnehmer, es sei denn, der Schaden wurde von unseren Mitarbeitern schuldhaft verursacht

### Bitte senden an:

DVV Media Group GmbH | Eurailpress  
Frau Stefanie Hauß  
c/o punktgenau GmbH  
Schanzenstr. 36, Gebäude 31.1  
D-51063 Köln

### Oder per Fax:

+49 (0)40/237 14-471

### Online-Registrierung:

[www.eurailpress.de/veranstaltungen](http://www.eurailpress.de/veranstaltungen)