

Datengetriebene Diagnoseansätze für ESTW-Kabelanlagen

Christian Linder / René Schenkendorf

Der vorliegende Bericht beschreibt Teile der Forschungsaktivitäten des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) im Rahmen des Projektes Next Generation Railway System II (NGRS2). Ziel der Arbeiten ist eine erhöhte Verfügbarkeit der Eisenbahninfrastruktur durch zielgerichtete, zustandsorientierte Instandhaltung der Feldelemente. Das DLR leistet in diesem Themenfeld bereits seit einigen Jahren Beiträge im Bereich der Weichen- und Oberbaudiagnose, die nun auf weitere Anlagenelemente ausgeweitet werden. Insbesondere stehen hierbei die Schaffung von Rahmenbedingungen und Kooperationen mit wesentlichen Beteiligten sowie erste Erkenntnisse durch exploratives Auswerten der Daten im Fokus der Betrachtung.

1 Motivation

Zur Optimierung der Kostenstruktur von Eisenbahninfrastrukturunternehmen werden seit einiger Zeit vermehrt neue Ansätze der Instandhaltung erprobt. Das Ziel ist die Senkung der operativen Instandhaltungskosten bei gleichzeitiger Beibehaltung des hohen Sicherheitsniveaus. Hohe Aufmerksamkeit wird hierbei einer Strategie gewidmet, bei der die Determinierung des Zustandes eines Infrastrukturelementes automatisiert erfolgt. Die dabei gewonnenen Informationen sollen der Instandhaltung als Hilfsmittel bzw. Assistenzsystem dienen, um zielgerichteter zu arbeiten. Möglichst soll dabei nicht nur der aktuelle Status eines Elementes durch kontinuierliches Monitoring überwacht werden, sondern zusätzlich durch Prognosemodelle ein zukünftiger Ausfall antizipiert werden. Dazu wird versucht, den Status einer Anlage durch vor Ort erhobene Daten und Messwerte zu bestimmen. Man spricht von selbstinspezierenden Anlagen. Dieser autonomen Bestimmung des Zustandes durch lokal verfügbare Messgrößen können zusätzliche Informationen hinzugefügt werden, indem externe

Datenquellen zugeschaltet werden. Beispielsweise können die Daten einer Weichendiagnoseeinheit mit den Daten des Instandhaltungsmanagements integriert werden und so vergangene Reparaturen berücksichtigen. Um dies zu realisieren, ist es zweckmäßig, die Berechnung des Anlagenzustandes nicht mehr „nur“ auf dem Bauteil selbst durchzuführen, sondern vielmehr die Messdaten an einer zentralen Stelle zu sammeln und die Analysen dort mit den verfügbaren Daten zusammenzuführen. Die DB Netz AG verfolgt unter anderem auch diesen Ansatz unter dem Namen DIANA (Diagnose- und Analyse-System). Die DIANA-Plattform integriert schon heute multiple Datenquellen und wird kontinuierlich ausgebaut [1].

Das Institut für Verkehrssystemtechnik im DLR erarbeitet in diesem Zusammenhang Lösungen und verfolgt Forschungsansätze, um aus den Rohdaten möglichst genaue Status- und Prognoseinformationen zu extrahieren [2]. Dabei geht man davon aus, dass die Zustandsüberwachung grundsätzlich für jedes Infrastrukturelement möglich ist. Das bedeutet, dass je nach Dringlichkeit (Verursacher hoher Kosten oder zahlreicher Verspätungsminuten) ein Infrastrukturelement ausgesucht werden kann, für welches derartige Überwachungslösungen besonders nützlich wären. So hat das DLR im Rahmen einer wirtschaftlichen Untersuchung gemeinsam mit der DB Netz AG hohen Bedarf bei der Verbesserung der Instandhaltung von elektronischen Stellwerken (ESTW) ermitteln können. Ausfälle bei diesen Systemen erzeugen besonders große wirtschaftliche Schäden.

Im Besonderen wurden wegen der hohen Systemkomplexität von Stellwerken Subkomponenten gesucht, für die Zustandsdiagnosen besonders lohnend erscheinen. Der Grundgedanke dabei ist, dass das Gesamtsystem ebenfalls davon profitiert, wenn die Verlässlichkeit einer Subkomponente erhöht wird. Aufgrund von Erfahrungswerten der Instandhalter der DB Netz AG und als Ergebnis von Experteninterviews wurde entschieden,

die Arbeiten auf die Signalkabelanlagen zu fokussieren. Da Kabelfehler häufig mit einem Erdschluss einher gehen, bietet es sich an, als Datengrundlage für die zu entwickelnden Algorithmen zum Anlagenmonitoring Messwerte von Erd- und Gestellschlussmeldern zu verwenden. Diese Einrichtungen messen den Isolationswiderstand aller galvanisch miteinander verbundenen Teile der Signalanlage einschließlich der signaltechnischen Kabelanlage gegen Erde. Es wird vermutet, dass die Messwerte einen guten Qualitätsindikator für die Kabel darstellen. Im weiteren Verlauf der Untersuchungen ist diese Vermutung zu verifizieren und es sind die spezifischen Indikatoren für Kabelfehler und ggf. für Fehler an anderen Komponenten zu ermitteln.

2 Aufbau einer Teststellung

In Verfolgung des Diagnoseansatzes hat das DLR daran gearbeitet, Ansätze für die Zustandsbestimmung von eben diesen Kabelanlagen zu entwickeln. Dazu wurden zunächst mögliche Messgrößen identifiziert. Da es durch die Vorgaben der Konzernrichtlinie 892 der DB Netz AG [3] de facto eine flächendeckende Ausrüstung der Stellwerke mit Isolationsüberwachungsgeräten gibt, lag es nahe, damit zu beginnen. Die Herstellerfirma Bender mit Sitz in Grünberg baut diese Systeme seit einigen Jahren marktführend für den Bahnsektor, so dass die Modellserie 260 in den Stellwerken der DB Netz AG weit verbreitet zu finden ist. Das DLR hat in diesem Kontext eine Kooperation mit Bender und der DB Netz AG aufgebaut, aus der ein prototypischer Datenlogger hervorgegangen ist, der an vorhandene Überwachungsgeräte (im konkreten Fall ein IRDH265) angeschlossen werden kann. Die Zulassung für diese Erweiterung konnte in Zusammenarbeit mit der DB Netz AG herbeigeführt werden. Technisch war die Erweiterung des Isolationswächters um einen Datenlogger möglich, da dieser bereits eine standardisierte Schnittstelle RS485 anbie-

tet, um die Messwerte auszulesen. Es mussten folglich keine Veränderungen an der Bestandsanlage vorgenommen, sondern nur der vorhandene Isolationswächter erweitert werden.

Da zu diesem Zeitpunkt kaum Erfahrungswerte für den zeitlichen Verlauf der Daten existierten, war eines der vornehmlichen Ziele der Kooperation zunächst ein gemeinsames Verständnis für die Daten im zeitlichen Verlauf zu entwickeln, Auffälligkeiten zu identifizieren und mit Ursachen zu verknüpfen. Die Hoffnung besteht darüber hinaus darin, weitere qualitätsbeschreibende Merkmale aus den vorhandenen Daten abzuleiten. Das Ermitteln von informativen Merkmalen ist für eine fundierte, datenbasierte Zustandsbeurteilung essentiell und erlaubt neben der einfachen Grenzwertüberwachung Einsichten in ein besseres Systemverständnis über den Zustand von Kabelanlagen. Ein aus den so gewonnen Merkmalen gebildeter Zustandsindikator könnte überwacht und dessen potentielle Degradation beobachtet werden. Darauf aufbauend eröffnet sich die Möglichkeit einer Ausfallprognose, wie es z. B. in [2] skizziert wird.

Der Datenlogger wurde in Zusammenarbeit mit dem Regionalbereich Süd im Stellwerk Plattling installiert (Bild 1). Er nimmt den aktuellen Messwert vom Isolationsüberwachungsgerät auf und speichert die Daten. Außer dem Messwert selbst wird noch ein Zeitstempel erzeugt und es werden einige Systemzustandsbits gesichert. Die Daten werden lokal



Bild 1: Datenlogger an RS485 Schnittstelle eines Bender IRDH265 in Plattling

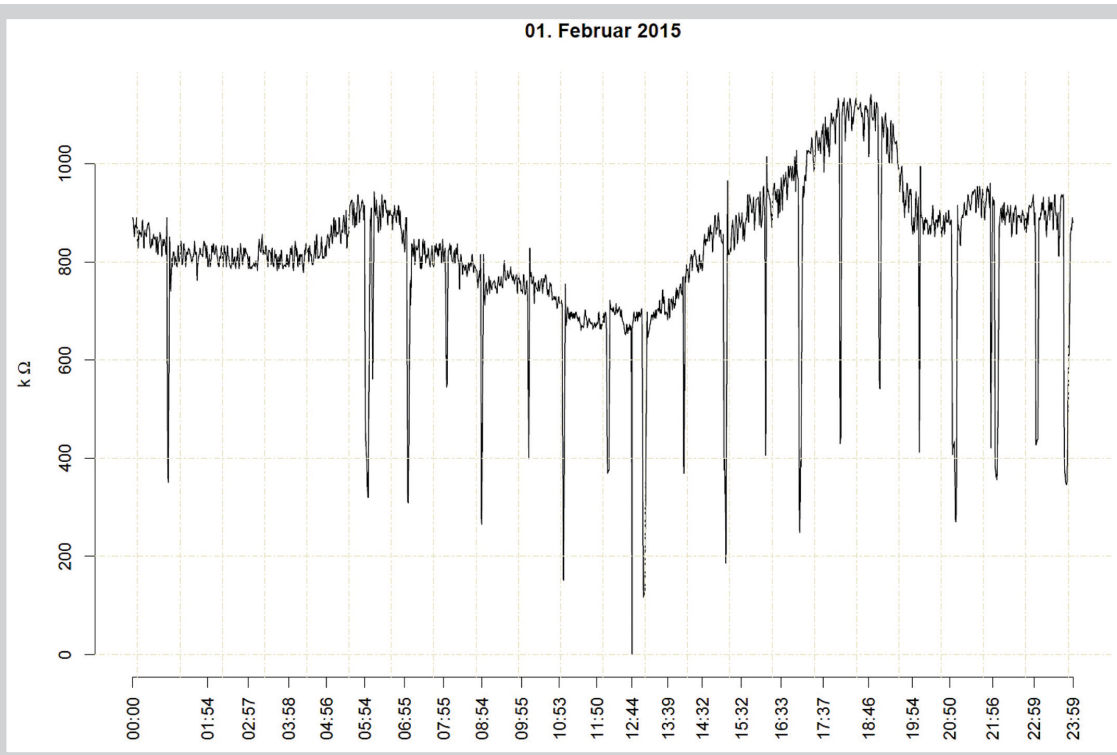
auf dem Datenlogger im CSV-Format gespeichert. Sie können über ein Daten Netzwerk abgerufen und weiterverarbeitet werden.

3 Explorative Untersuchung der Messwerte

Bild 2 gibt einen Eindruck über die beobachteten Daten des 1. Februar 2015.

Es ist der Isolationswiderstand in Kiloohm ($k\Omega$) über der Zeit abgetragen. Im ersten Schritt wurde mit diesen Daten zunächst eine phänomenologische Betrachtung angestellt. Die Richtlinie 892 definiert einen Grenzwert von 30 $k\Omega$ für den Isolationswiderstand gegen Erde, der zunächst für die Fehlererkennung ausreicht. Durch weitere Datenanalysen bietet sich jedoch die Möglichkeit, zusätzliche Informationen zu extrahieren

Bild 2: Rohdaten der Isolationsmessung vom 1. Februar 2015



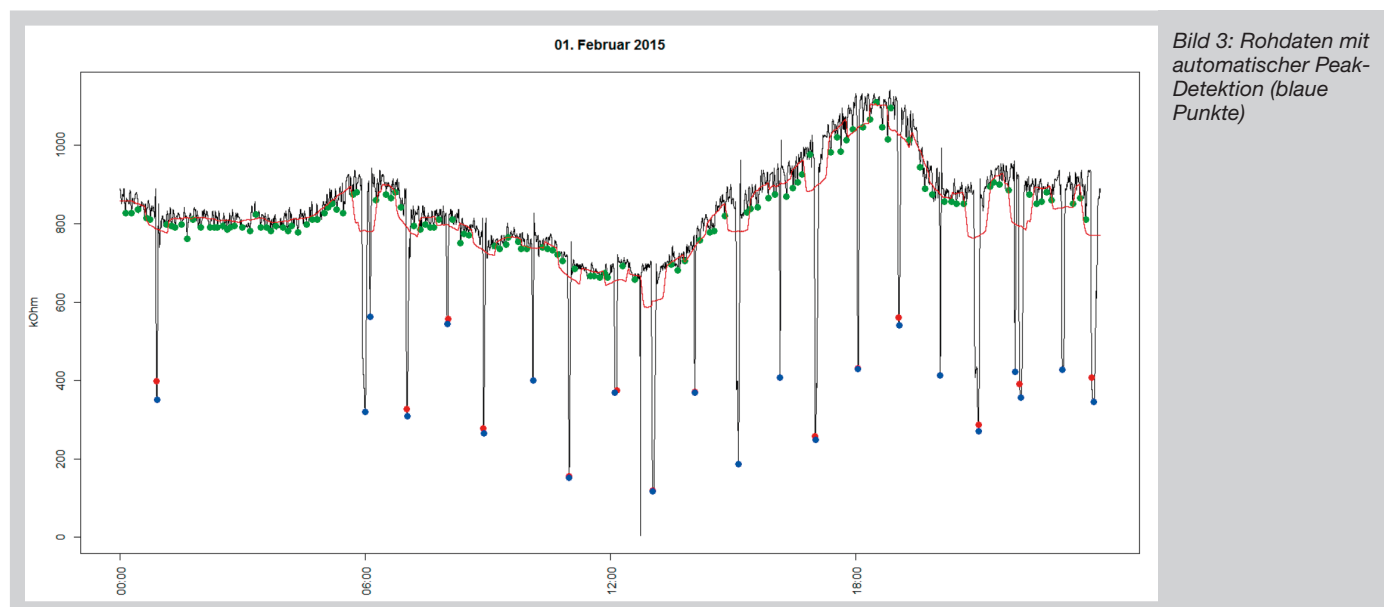


Bild 3: Rohdaten mit automatischer Peak-Detektion (blaue Punkte)

und weitere Erkenntnisse zu gewinnen. Die Datenverläufe bieten also neben der Grenzwertbetrachtung mehrere weitere interessante Merkmale, deren Ursachen bislang noch unbekannt sind. Es konnte hier somit nur eine Untersuchung auf Basis einer Beobachtung von Phänomenen durchgeführt werden, zu denen jeweils Hypothesen gebildet wurden. Im Folgenden sollen einige dieser Phänomene beschrieben werden.

Zunächst fallen die nach unten gerichteten Spitzen (Peaks) der aufgezeichneten Werte ins Auge, bei denen ein punktuell Absacken des Isolationswiderstandes mit anschließender Normalisierung beobachtet wird. Diese kurzzeitigen Einbrüche der aufgezeichneten Widerstandswerte würden eine

Fehlermeldung auslösen, sobald sie die 30 k Ω -Grenze unterschreiten und sind daher grundsätzlich von besonderem Interesse. Zur automatisierten Analyse dieser Daten wurde zunächst eine Wavelet-Transformation durchgeführt, mittels derer die Positionen, Höhen und Zeitpunkte der Spitzen identifiziert werden. Das Verfahren ist mehrstufig und filtert iterativ die in Frage kommenden Messwerte heraus, so dass schließlich eine automatische Detektion dieses Phänomens erfolgt. Die Zwischenergebnisse sind in Bild 3 zu sehen. Im ersten Schritt identifiziert der Algorithmus die grünen Punkte, dann die roten und schließlich die blauen als Endergebnis. Besonders zu erwähnen ist der Messwert am Mittag um ca. 12:45 h, bei dem

nicht nur ein tiefer Einbruch des Isolationswiderstands zu sehen ist, sondern auch, dass dieser nicht als solcher klassifiziert wurde (kein blauer Punkt). Der Grund dafür ist, dass es sich hierbei um den täglichen Selbsttest des Messgerätes handelt. Der Algorithmus berücksichtigt dies und beurteilt die Stelle trotz schlechter Messwerte (der Messwert beträgt 0 k Ω) als normal – was in diesem Fall korrekt ist.

Bild 4 verdeutlicht, dass das Auftreten der Spitzen mit den Stellbefehlen des Stellwerks korreliert. Das Histogramm bezieht sich auf Messdaten von insgesamt 97 Tagen und ist in 10-minütigen Zeitintervallen untergliedert. Da Plattling ein sogenannter Nullknoten ist (Stundentakt zu den vollen Stunden),

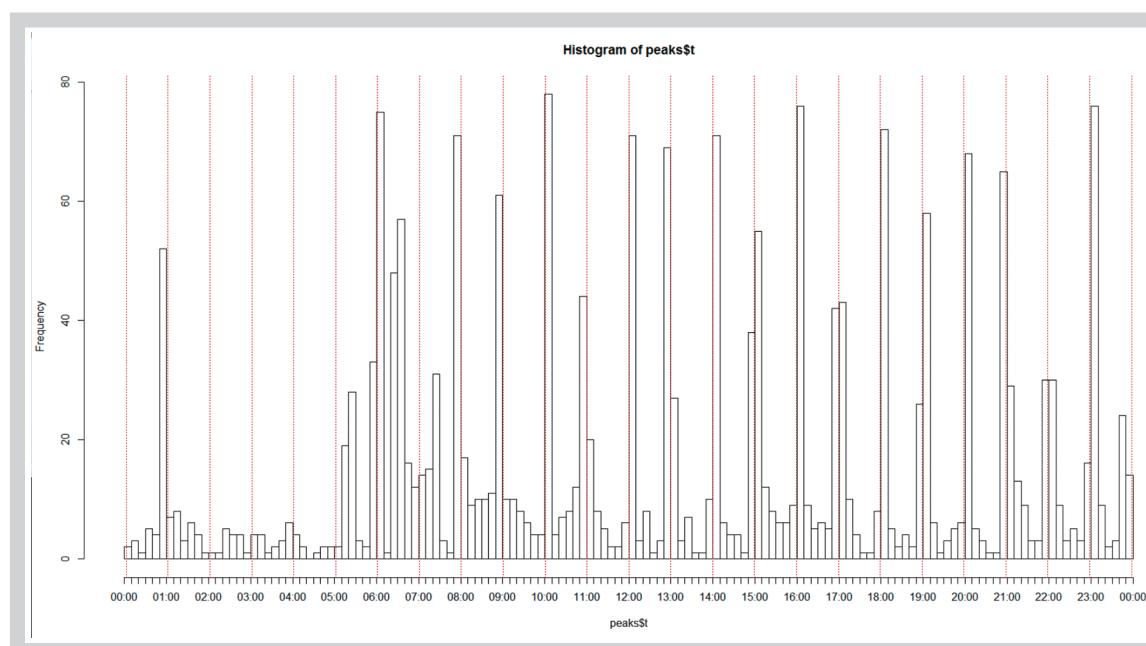
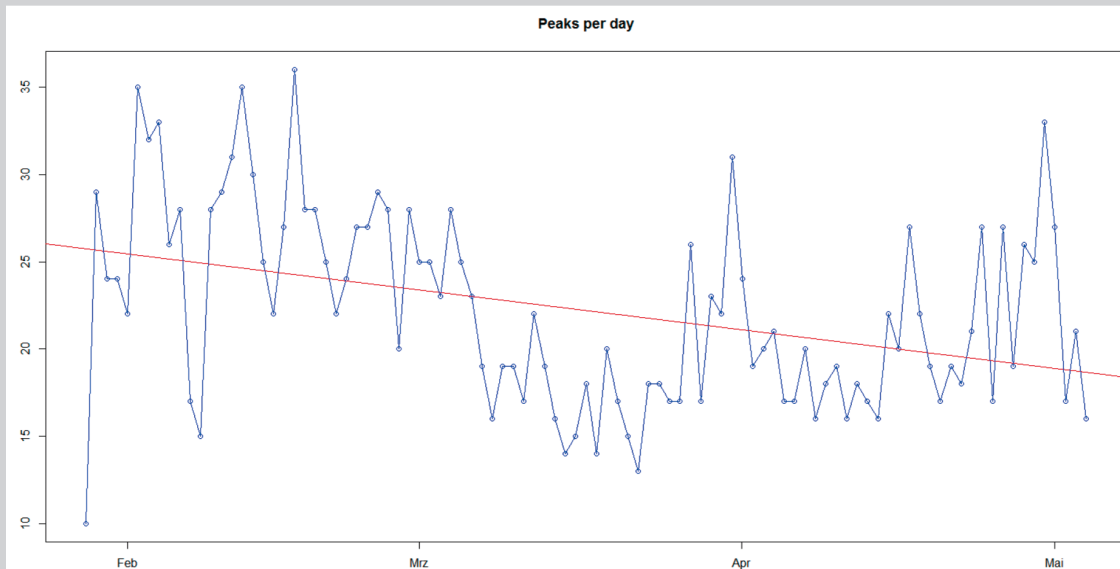


Bild 4: Histogramm über die zeitliche Verteilung der Isolationseinbrüche im Tagesverlauf mit deutlicher Häufung zu vollen Stunden

Bild 5: Die sich ver-
ringende Anzahl der
Isolationseinbrüche
pro Tag von Februar
bis Mai



kommt es zu einer entsprechenden stündlichen Häufung im Tagesverlauf. Grundsätzlich könnte die Ursache für diese Widerstandsänderungen physikalisch auch damit erklärt werden, dass zusätzlich parallel geschaltete Feldelemente den Gesamtwiderstand der Anlage reduzieren. Dazu müssen sie galvanisch mit dem Rest verbunden sein. Dies wäre beispielsweise beim Einlaufen von Fahrstraßen zu beobachten. Falls die Widerstandswerte aller aktiven (also galvanisch parallel geschalteten) Feldelemente in etwa gleich gut sind, dann reduziert sich der Gesamtwiderstand gleichmäßig entsprechend der Anzahl der zusätzlich aktiven Elemente. Befindet sich jedoch mindestens ein Feldelement im Prüfkreis, dessen Widerstand gegen Erde signifikant geringer ist, sinkt der Gesamtwiderstand erheblich stärker ein. Die Frage, die es daher zu beantworten gilt ist, ob ein beobachteter Einbruch des Isolationswiderstands natürliche Ursachen haben kann, oder ob sich mit dieser Methode einzelne Elemente oder Elementkombinationen mit schlechter Isolation aufdecken lassen. Ein Abgleich mit betrieblichen Daten bietet sich daher an.

Der nächste Schritt ist daher der Abgleich mit den Stellbefehlen und Meldungen der Feldelemente. Hierfür stehen die Datensätze der stellwerksseitigen Diagnoserechner des ESTW (Thales) zur Verfügung. Konkret handelt es sich um die sogenannten RIES-Daten. Diese Daten, die in tabellarischer Form vom Diagnosesystem der Anlage extrahiert werden können, besitzen ebenfalls einen Zeitstempel und zahlreiche weitere Informationen über Stellvorgänge der Anlage. Dazu zählen beispielsweise,

welches Element das Ereignis ausgelöst hat (z. B. Signal P1), von welchem Typ dieses Element ist (z. B. KS-Hauptsignal) und viele weitere Informationen. Die Zuordnung, welches Element zu genau dem Zeitpunkt aktiv war, als eine Spitze aufgetreten ist, ist unglücklicherweise nicht trivial. Das liegt zum einen daran, dass sehr viele Meldungen über Stellbefehle vorhanden sind und zum anderen, dass die Synchronität der Zeitstempel des Datenloggers (und somit der Isolationswerte) und der Stellwerksdaten nicht sichergestellt ist. Der Zeitgeber des Stellwerkes ist für den Datenlogger aufgrund der Sicherheitsarchitektur netzwerktechnisch zunächst nicht erreichbar, so dass ein sekunden-

genauer Gleichtakt mit den RIES-Daten schwierig ist.

Ein weiteres Problem ist, dass die Erfassung eines Messwertes durch den Isolationswächter wegen der zu kompensierenden Ableitkapazität unterschiedlich lange dauern kann – in der Regel mehrere Sekunden. Das bedeutet, dass eine Zuordnung von Stellvorgängen aus den Stellwerksdaten zu den Datensätzen des Messgerätes über den Zeitstempel nicht ohne weiteres valide ist. Der Ansatz, immer dann, wenn bestimmte Elemente bzw. Elementkombinationen aktiv sind, auch eine charakteristische Spitze zu identifizieren und somit die Zusammengehörigkeit aufzudecken, gestaltet sich daher auch wei-

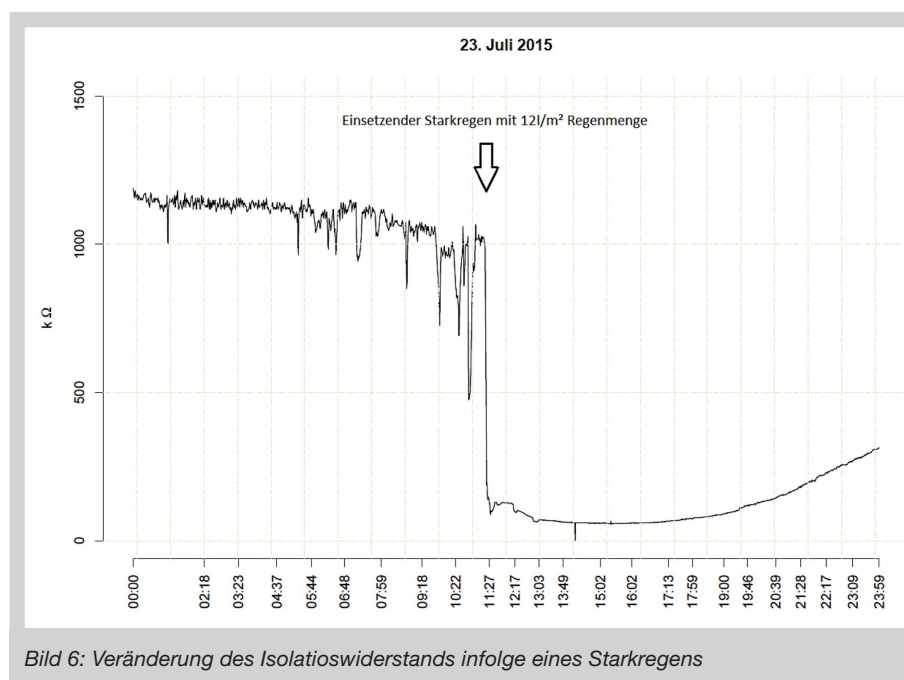
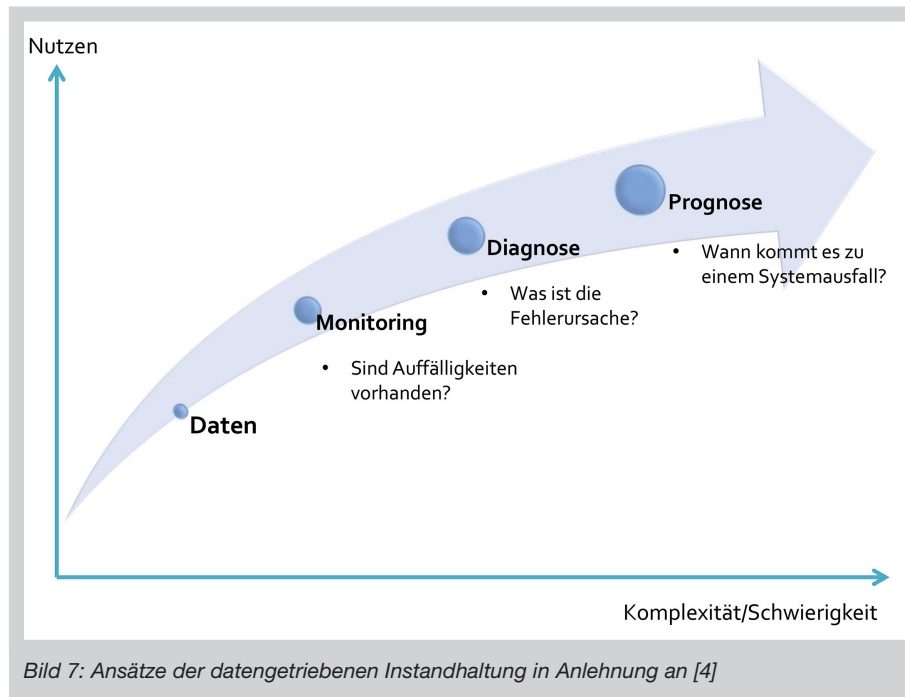


Bild 6: Veränderung des Isolationswiderstands infolge eines Starkregens



terhin als Herausforderung und spannende Forschungsfragestellung. Die Partner arbeiten daran, Lösungen für die Synchronisation zu finden. Besonders im Hinblick auf den DIANA-Ansatz, bei dem die Messdaten mit beliebigen anderen Daten verschnitten werden sollen, arbeitet Bender das hier gewonnene Wissen bereits jetzt in künftige Gerätegenerationen ein und bereitet so seine Messgeräte auf die kommenden Herausforderungen vor.

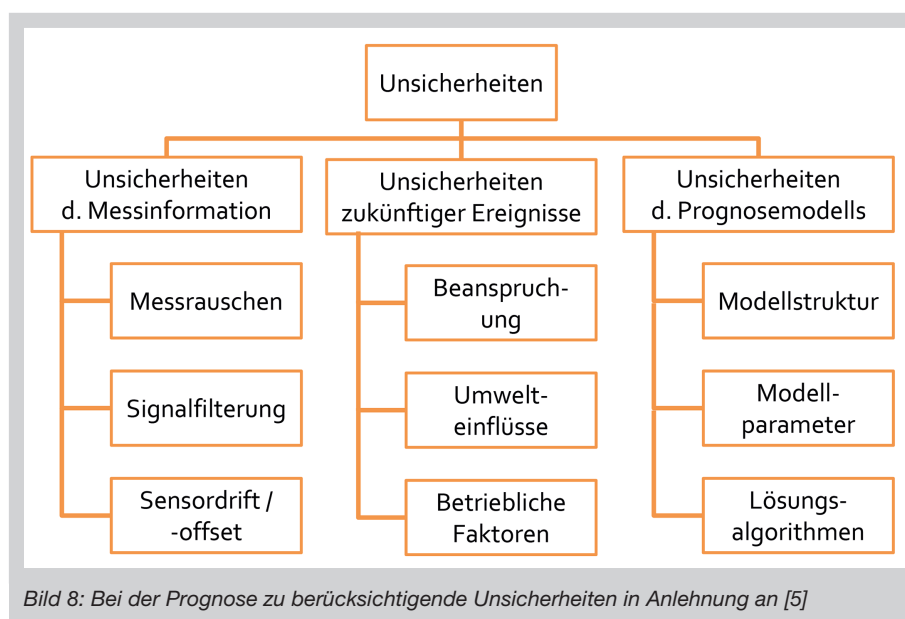
Ein weiteres Ziel der Kooperation ist neben der Ursachenfindung für Auffälligkeiten auch die Ermittlung von qualitätsbeschreibenden Merkmalen zur Prognosemodellierung. Wie bereits er-

wähnt, stellen die kurzzeitigen Einbrüche des Isolationswiderstandes eine besondere Risikogruppe dar, da diese am ehesten die 30 kΩ-Grenze unterschreiten könnten. Auch ohne genauere Kenntnis darüber, welche Elemente bzw. Elementkombinationen der aufgezeichneten Messwertspitze zuzuordnen sind, können rein datengetrieben potentielle Qualitätsmerkmale abgeleitet werden. Dies wurde exemplarisch für die Anzahl der Spitzen pro Tag gemacht. Bild 5 zeigt das Ergebnis. Auf der Y-Achse ist die Anzahl der Einbrüche dargestellt, die am betreffenden Tag aufgetreten sind. Die absolute Häufigkeit nimmt von Februar bis Mai sicht-

lich ab. Die gleichen Daten können auch mit der Anzahl der Stellvorgänge pro Tag normalisiert werden, so dass diese mit berücksichtigt werden, was im Rahmen des vermuteten Zusammenhangs zwischen den Spitzen und den Stellvorgängen nahe liegt.

Die abnehmende Häufigkeit, die in Bild 5 zu sehen ist, könnte mit externen Einflussparametern korrelieren. Zieht man in Betracht, dass sich die Regenmenge und auch die relative Luftfeuchtigkeit von Februar bis Mai aufgrund des sich ändernden Wetters verringert haben, könnten Einflüsse von Feuchtigkeit und Temperatur eine Rolle spielen. Um diese Hypothese für künftige Daten zu prüfen, hat die DB Netz AG kürzlich eine vom DLR zur Verfügung gestellte Wetterstation in Plattling installiert. Mit den dort gewonnenen Daten soll darüber hinaus untersucht werden, ob Wettereinflüsse für die langwelligen Schwankungen der Messkurve, wie sie in Bild 2 zwischen 700 kΩ und 1,1 MΩ zu sehen sind, verantwortlich sein könnten, oder ob messtechnische bzw. elektrische Ursachen vorliegen. Daraus ließen sich Hinweise auf den tatsächlichen Einfluss von Umgebungsfaktoren ableiten. Als eindrucksvolles Beispiel kann hierbei Bild 6 dienen. Zu sehen ist ein Einbruch des Messwertes von ca. 1 MΩ auf ca. 80 kΩ. Dieser korreliert zeitlich mit Aufzeichnungen der Wetterstation und mit einem Starkregen. In diesem Fall liegt die Ursache wohl klar auf der Hand und unterscheidet sich in seiner Phänomenologie klar von den kurzzeitigen Spitzen.

Wie exemplarisch mit der Anzahl der Spitzen pro Tag dargestellt wurde, wird zukünftig die Identifikation eines aussagekräftigen Indikators für den Zustand der Kabelanlage eine der zentralen Forschungsfragen bleiben. Dazu ist es nötig, dass die bestehende Kooperation ausgebaut und die zunächst datengetriebene Analyse mit Fachexperten diskutiert wird, um eine Fehlinterpretation stellwerksspezifischer Besonderheiten in den Messdaten zu verhindern (wie beispielsweise den Selbsttest des Messgerätes, der leicht für einen Fehler gehalten werden kann). Die Untersuchung der in den Daten enthaltenen Phänomene hat zum jetzigen Stand der Forschungen zu Hypothesen geführt, die noch zu validieren sind. Die Fachwelt sei an dieser Stelle aufgerufen, die Interpretation der Messdaten zu unterstützen. Das DLR arbeitet weiter daran, Messdaten von Kabelanlagen zu untersuchen und Methoden zur automatischen Auswertung zu entwickeln, um in der Langzeitperspektive zu Prognosen zu gelangen, die Anlagenfehlern oder -ausfällen vorbeugen.



4 Potentiale einer Prognosemodellierung

Für eine optimale Planbarkeit von anstehenden Instandhaltungsmaßnahmen ist die Zustandsprognose von besonderem Interesse. Sie stellt jedoch im Bereich der datengetriebenen Instandhaltung die größte Herausforderung dar, wie in Bild 7 exemplarisch zu sehen ist.

Zusätzlich zu der aktuellen Bewertung des Anlagenzustands (Monitoring und Diagnose) erfolgt bei der Prognose eine Vorhersage des zukünftig zu erwartenden Anlagenzustands. Eine hochgenaue Prognose ist in der praktischen Anwendung jedoch nur schwer zu realisieren. Der Blick in die Zukunft bedingt, dass nicht alle zukünftig zu erwartenden Einflussfaktoren bzw. deren Ausprägung von vornherein exakt bekannt sind (Bild 8). Neben dem aktuellen Anlagenzustand, basierend auf den zur Verfügung stehenden Messinformationen, können beispielsweise zukünftige Betriebsparameter und Umweltbedingungen nicht mit absoluter Sicherheit angegeben werden. Ebenfalls ist ein zu verwendendes Prognosemodell mit Unsicherheiten behaftet. Folglich kommt der Unsicherheitsanalyse eine zentrale Rolle bei der Zustandsprognose zu [5]. Unter diesen Bedingungen ist ein prognostizierter Anlagenzustand keine präzise, feste Größe, vielmehr lässt sich dieser anhand von Schwankungsbereichen beschreiben. Eine häufig in der Praxis anzutreffende, algorithmische Umsetzung der angestrebten Zustandsprognose basiert auf Filterverfahren [6]. Diese bieten den Vorteil, dass sie die genannten Unsicherheiten bei der Prognose explizit berücksichtigen können. Eine Bestimmung von entsprechenden Konfidenzgebieten (Schwankungsbereichen) der rechnergestützten Vorhersage ist somit möglich und kann bei der Entscheidungsgrundlage von Instand-

haltungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

5 Zusammenfassung

Im Rahmen einer Kooperation zwischen Bender, der DB Netz AG und dem DLR werden Ansätze zur zustandsorientierten Instandhaltung von Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik erforscht. Im Konkreten wurde der Anwendungsfall Erd- und Gestellschlussmeldung bei Kabelanlagen in Stellwerken betrachtet. Dazu werden erstmalig Messwerte von Isolationswächtern im Stellwerk im zeitlichen Verlauf untersucht und auffällige Phänomene analysiert. Die endgültige Validierung der Ursachen ist aktueller Gegenstand der Untersuchungen, um die Anforderungen an die Datenanalyse zu definieren. Dabei können anschließend Methoden der Prognosemodellierung Anwendung finden, um Veränderungen in der Anlage frühzeitig zu antizipieren.

LITERATUR

- [1] Leining, M.; Elsweiler, D.: Signaltechnik 4.0 – Industrialisierung der Signaltechnik, Deine Bahn 1/2014
- [2] Schenkendorf, R.; Böhm, T.: Aspekte einer datengetriebenen, zustandsabhängigen Instandhaltung Teile 1 bis 3, Der Eisenbahningenieur 11/2014, 03/2015, 05/2015

- [3] Deutsche Bahn, Konzernrichtlinie 892: LST – Anlagen montieren und instandhalten
- [4] Hines, J. W.; Usynin, A.: Current Computational Trends in Equipment Prognostics, International Journal of Computational Intelligence Systems, Vol. 1, 2008
- [5] Sankararaman, S.; Goebel, K.: Uncertainty in Prognostics and Systems Health Management, International Journal of Prognostics and Health Management, Vol. 6, 2015
- [6] Köhler, B.-U.: Konzepte der statistischen Signalverarbeitung, Springer, 2005

Die Autoren

Dipl.-Geol. Christian Linder
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Verkehrssystemtechnik
des Deutschen Zentrums für
Luft- und Raumfahrt e.V.
Anschrift: Lilienthalplatz 7,
D-38108 Braunschweig
E-Mail: christian.linder@dlr.de

Dr.-Ing. René Schenkendorf
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Verkehrssystemtechnik
des Deutschen Zentrums für
Luft- und Raumfahrt e.V.
Anschrift: Lilienthalplatz 7,
D-38108 Braunschweig
E-Mail: rene.schenkendorf@dlr.de

■ SUMMARY

Data driven diagnostic to monitor interlocking cables

Within cooperation between Bender, Deutsche Bahn and DLR a prototypical setup for data logging of insulation resistance measurements was installed in the interlocking system in Plattling (Bavaria). First data analysis procedures were applied to monitor and understand the behaviour of the resistance values over time and first approaches were developed to detect irregularities. The goal of the ongoing work is to reduce maintenance costs and to create a powerful assistance tool to identify upcoming problems of insulation faults against ground by prognostic data modelling.

SAVE THE DATE



**18. Jahrestagung der Eisenbahnsachverständigen
16. – 17. Februar 2016 in Fulda, Maritim Hotel**

Worauf Bahnen in Zukunft abfahren – und Sachverständige wissen müssen

Weitere Informationen finden Sie ab Dezember 2015 im Internet unter
www.eurailpress.de/events

Veranstalter:



In Zusammenarbeit mit:



Verband Deutscher Eisenbahn-Ingenieure e.V.