

Ansatz zur wirkungsvollen Positionierung von Zuglaufüberwachungseinrichtungen

Andreas Schöbel

Die traditionelle Zugbeobachtung wird bei den Österreichischen Bundesbahnen zukünftig durch eine technische Lösung – die sogenannten Checkpoints – ersetzt. Checkpoints sind streckenseitige Einrichtungen, die gefährliche Zustände an Komponenten der Züge feststellen können. Die Überprüfung erfolgt durch Sensoren während der Vorbeifahrt der Personen- und Güterzüge mit der örtlich zulässigen Geschwindigkeit. Die erfassten Daten werden als wichtige Parameter für die erforderlichen Aktivitäten angesehen.

In diesem Beitrag wird ein Ansatz für die Entwicklung einer effizienten Ausrüstungsstrategie beschrieben, die das Risikopotenzial auf der Seite des Infrastrukturbetreibers ebenso berücksichtigt, wie die gefährlichen Ereignisse im Zugbetrieb.

1 Einleitung

Infrastrukturseitige Schutzmaßnahmen zur Erhöhung der Betriebssicherheit sind dadurch gekennzeichnet, dass sie nie genau an allen Stellen im Netz stehen werden, wo einmal ein Unfall passiert ist oder wo vielleicht einmal einer passieren wird. Im Nachhinein ist es immer leicht, für ein spezielles Ereignis die Konfiguration einer Zuglaufüberwachung zu entwerfen, die dann diesen speziellen Unfall verhindert hätte. Umgekehrt aber vor einem solchen Ereignis

eine sinnvolle Standortwahl zu treffen, führt sehr schnell zu komplexen Fragestellungen, die nur unter Berücksichtigung zahlreicher Randbedingungen gelöst werden können. In einer ersten Ausbauphase von Checkpoints ergibt sich aufgrund der im Lastenheft der Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) festgelegten und am Markt verfügbaren Komponenten lediglich ein technischer Ersatz der menschlichen Beobachtungstätigkeit eines Fahrdienstleiters, der von einem Bahnhof abgezogen wird. In einer weiteren Ausbauphase kann bei Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der geplanten Sensorik sogar eine weitere Zunahme der Sicherheit im Betrieb ermöglicht werden, da Zugeigenschaften überprüft werden, die sich den menschlichen Sinnen entziehen.

2 Der Checkpoint

Der Checkpoint zielt auf eine Vernetzung mehrerer Komponenten der Zuglaufüberwachung in einem einzigen Rechner ab (Bild 1). Aus den vorliegenden Daten sind Synergien zu erwarten, die eine zuverlässigere Aussagequalität ermöglichen sollen. Außerdem erfolgt eine Alarmmeldung an das zuständige Stellwerk, das wiederum auf ein zugeordnetes Hauptsignal einwirkt. In einer ersten Ausbauphase von Checkpoints sind folgende Komponenten vorgesehen:

- Heißläufer-/Festbremsortungsanlagen,
- Flachstellenortungsanlagen,
- Lichtraumprofilmessanlagen,

- dynamische Radlastverwiegung,
- Entgleisungssensoren und
- Branderkennungseinrichtungen.

Bis auf die Entgleisungssensoren sowie die Branderkennungseinrichtung sind marktreife Lösungen vorhanden, die in einem Feldtest geprüft werden. Die Ergebnisse dieses Feldtests werden Aufschluss über die Zuverlässigkeit sowie die Verfügbarkeit der Einzelkomponenten bieten.

Durch die Vernetzung der einzelnen Standorte soll es möglich sein, Daten über den Zuglauf hinweg an den einzelnen Standorten zur Diagnose des Zugzustandes zur Verfügung zu stellen. Durch den an sich modularen Aufbau des Checkpoints können die einzelnen Komponenten selektiv entsprechend ihrer Wirkungsweise an den Standorten platziert werden. Gerade durch die Kombination der Informationen der Einzelkomponenten versucht man, die menschliche Fähigkeit der Kombinatorik aus unterschiedlichen Sinneswahrnehmungen nachzubilden.

Neben dem sicherheitsrelevanten Aspekt der rechtzeitigen Gefahrenerkennung steht auch die Möglichkeit offen, die an einem Standort gesammelten Daten einer Wartungszentrale zuzuführen, die dann wiederum eine Benachrichtigung an die Besitzer der vorbeifahrenden Triebfahrzeuge und Wagen verschicken kann, um die Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten besser planen zu können.

Grundsätzlich muss eine Unterscheidung zwischen streckenbezogener und netzorientierter Standortwahl getroffen werden: Bei der streckenbezogenen Standortwahl bedingt die Funktionsweise des Checkpoints aus Reaktionszeiten der Auswertung und Regelanwendung die Aufstellung örtlich vor einem risikoträchtigen Element der Infrastruktur. Diese Elemente wiederum lassen sich aber nur im gesamten Netz auf makroskopischer Ebene eines Infrastrukturbetreibers finden. Die lokale Aufstellung der Sensorik erfolgt entsprechend der letzten Haltemöglichkeit vor dem risikoträchtigen Element, die mit

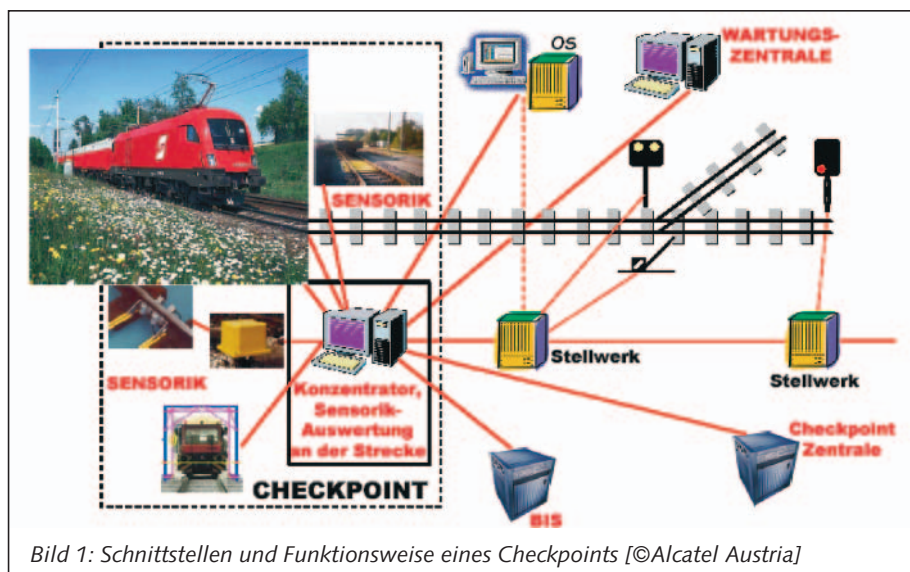


Bild 1: Schnittstellen und Funktionsweise eines Checkpoints [©Alcatel Austria]

Dipl.-Ing. Dr.-techn. Andreas Schöbel
wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen der Technische Universität Wien
Anschrift: Karlsplatz 13 / 232, A-1040 Wien
E-Mail: andreas.schoebel@eiba.tuwien.ac.at

von einer Initialwirkung bis zum risikoträchtigen Schadensbild – durch geeignete infrastrukturseitige Sensorik kontrollieren zu können, bedarf es einer Elementanalyse, die für jedes Risikopotenzial der Infrastruktur die entsprechende Gegenmaßnahme zur Risikoreduktion festlegt. Grundsätzlich können Maßnahmen zur Risikoreduktion in drei Gruppen eingeteilt werden:

- ereignisverhindernd (E)
- ausmaßmindernd (A)
- rettungsunterstützend

In einer ersten Ausbauphase von Checkpoints sind folgende Komponenten vorgesehen:

- Heißläufer-/Festbremsortungsanlagen (E / A),
- Flachstellenortungsanlagen (A),
- Lichtraumprofilmessanlagen (A),
- Dynamische Radlastverwiegung (E / A),
- Entgleisungssensoren (A) und
- Branderkennungseinrichtungen (A).

Ordnet man diese Komponenten den oben angeführten Gruppen zu, so erkennt man, dass der Checkpoint im Wesentlichen ausmaßmindernd wirkt, da eine Form des Schadens oder Gebrechens bereits eingetreten sein muss, um überhaupt von einer Sensorik erkannt werden zu können. Ereignisverhindernde Anteile kann man nur der dynamischen Radlastverwiegung sowie der Heißläuferortungsanlage zu sprechen, da das eigentliche Ereignis –

Risikoanalyse: Schutzziele 0,1 MillE/a / 1,0 MillE/a / 10 MillE/a				
A täglich	3,65	36,5	365,0	3650,0
B monatlich	0,12	1,2	12,0	120,0
C 1 x im Quartal	0,04	0,4	4,0	40,0
D jährlich	0,01	0,1	1,0	10,0
E alle 10 Jahre	0,001	0,01	0,1	1,0
F alle 100 J.	0,0001	0,001	0,01	0,1
	IV 10.000 €	III 100.000 €	II 1.000.000 €	I 10.000.000 €

Bild 4: Wirkungsweise von Checkpoint-Komponenten in der Matrix

eine mögliche Entgleisung – erst folgen kann. Aufgrund dieser Zuordnung des Checkpoints zu den ausmaßmindernden Maßnahmen, läßt sich auch die Wirkung der Risikoreduktion in der Matrix zeigen. Während ereignisverhindernde Maßnah-

men die Eintrittswahrscheinlichkeit reduzieren, also ein risikoträchtiges Element in der Spalte nach unten verschieben, reduzieren ausmaßmindernde Maßnahmen das Schadensausmaß, d.h. ein Element wird in der Zeile nach links verschoben (Bild 4).



TREM ZUVERLÄSSIG!

BUE 2000 - Modernes Steuerungsmanagement für Bahnübergänge mit:

- vollelektronischem Equipment via Multirechnersystem
- durchgängiger 2 von 2-Sicherheitsstruktur
- durchgängigem intelligentem CAN-Bussystem
- modularem Systemaufbau zur individuellen Systemanpassung an Bahnübergangsspezifika

SCHEIDT&BACHMANN 

Scheidt & Bachmann GmbH
Breite Straße 132
D-41238 Mönchengladbach
Telefon: 00 49-(0) 21 66/266-0
Telefax: 00 49-(0) 21 66/266-475
Internet: <http://www.scheidt-bachmann.de>
E-Mail: signaltechnik@scheidt-bachmann.de

Gefahrenmeldeanlagen

Diese Einteilung hat sich auch schon bei Untersuchungen betreffend der Tunnelsicherheit bewährt [Bru02]. Aus der Kombination bestimmter Einzelmaßnahmen läßt sich ein den Risikoakzeptanzkriterien genügendes Maßnahmenpaket aus ereignisverhindernden, ausmaßmindernden und rettungsunterstützenden Maßnahmen [VK00] entwerfen, so daß eine Betriebsgenehmigung erteilt wird [WSA01].

5 Analyse der Zugeigenschaften

Bevor die Analyse der einzelnen Elemente im Hinblick auf die erforderliche Sensorik zur Risikoreduktion vorgenommen wird, macht es Sinn, eine grundlegende Unterscheidung zu treffen zwischen Zugeigenschaften, die am Ausgangszustand (zu Beginn einer Zugfahrt oder knapp nach Beginn einer Zugfahrt) oder während der Fahrt (nach einiger Entfernung vom Ausgangsbahnhof) erfaßt werden müssen. Diese scheinbare Verkomplizierung der Zuglaufüberwachung hat auch in der klassischen Betriebsabwicklung ein Pendant, nämlich die Beobachtung und Prüfung des Zuges durch Wagenmeister bzw. Fahrdienstleiter. Auch für die benötigte Sensorik zeichnet sich ein Kostensprung in den benötigten Elementen ab, wodurch es nötig wird, die zu prüfenden Eigenschaften im Ausgangszustand noch feiner zu unterscheiden. Die Erarbeitung dieser Unterscheidung ist ein wesentlicher Bestandteil der neuen Vorgehensweise nach [Sch05].

Im Ausgangszustand können prinzipielle Zugeigenschaften erfaßt werden, die sich im Laufe einer Fahrt nur unwesentlich ändern werden. Durch heute am Markt befindliche Sensorik können folgende Unregelmäßigkeiten detektiert werden:

- einseitige Beladung,
- Ladungsverschiebung,
- Flachstellen,
- offene Türen sowie
- Achs- und Meterlast.

Um diesen Unregelmäßigkeiten vorzubeugen, ist es sinnvoll, an den Stellen im Netz die Züge zu kontrollieren, wo viele Züge beginnen. Meist trifft dies auf große Knoten mit Vershubtätigkeit zu. Der Netzzutritt nach einer nationalen Grenze oder in Zukunft nach Wechsel des Infrastrukturbetreibers kann diese Art der Prüfung bedingen. Es gibt aber noch weitere Risikopotenziale, die durchaus bekannt sind, die aber zum heutigen Zeitpunkt nur unter großem technischem und finanziellem Aufwand erfaßt werden können:

- Verwindung der Wagen,
- Wankeigenschaften,
- Ausdrehmoment,
- Instabilitäten,
- Gleisverschiebungskräfte,
- Radprofilgeometrie und
- kinematische Begrenzung.

Während des Zuglaufes müssen an den Betriebsmitteln (Lok, Wagen) folgende ri-

sikoträchtige Eigenschaften überprüft werden:

- Achslagerschäden,
- Verschiebung der Ladung,
- Entgleisungen (bereits entgleiste Achsen),
- Erwärmung des Radsatzes durch Bremse,
- Temperatur der Achsen,
- Flachstellen,
- gebrochene Tragfedern,
- Achsbruch,
- offene Türen und
- Brand.

Diese möglichen Unregelmäßigkeiten werden vor zu schützenden Elementen der Infrastruktur kontrolliert. Aufgrund der Zuordnung der Komponenten zu den Infrastrukturelementen wird sich eine Netzaufteilung für das Hauptnetz ergeben. Daraus läßt sich der Abstand zwischen den einzelnen Komponenten errechnen. Wenn durch den Netzzusammenhang benachbarte Elemente der Infrastruktur eine zu hohe Dichte einer Komponente erfordern würden, kann man eine Schutzweite unterstellen. Sollten aber längere Abschnitte ohne Sensorik auf einer Netzdarstellung entstehen, kann eine Verdichtung erwogen werden. Eine Strecke, die ohne Prüfung der vorbeifahrenden Züge durch Fahrdienstleiter auskommen soll, kann mit der Checkliste der risikoträchtigen Elemente während der Fahrt geprüft werden, ob auch alle diese Risikopotenziale abgedeckt werden.

6 Ausblick

Die grundlegende Schwierigkeit der Datenverfügbarkeit der Situation bei Entfall der Zugbeobachtung durch Personal kann durch Heranziehen einer Expertengruppe gelöst werden. Einerseits können mit der nun vorliegenden Methode bestehende Ausbaukonzepte für bereits auf dem Markt erhältliche Sensorikkomponenten (z.B. Heißläuferortungsanlagen) überprüft werden, sowie für neue, erst in Entwicklung oder im Prototyp-Stadium befindliche Anlagen, Abschätzungen für die benötigte Stückzahl vorgenommen werden. Den Infrastrukturbetreibern steht eine Methodik zur Verfügung ihren Betrieb zu analysieren, um entsprechend den rechtlichen Gegebenheiten ihrer Sorgfaltspflicht nachzukommen. Ein weiterer Nutzen, der sich vermutlich erst im Zuge einer Netzwirkung von Checkpoint-Anlagen ergeben wird, ist die Weitergabe von Zugdaten an eine Checkpoint-Zentrale, um Entwicklungen von Unregelmäßigkeiten zu erforschen [MSR04]. Aus den dann verfügbaren Daten sollten sich Theorien und Gesetzmäßigkeiten zu den einzelnen Schadensmechanismen ableiten lassen, die wiederum Grundlage einer Optimierung der Standorte und deren Häufigkeit sein können.

Literatur

- [Bru02] Brux, G. Tunnelsicherheit bei der Furka Oberalp Bahn. Eisenbahningenieur (52), 11/01, S. 36-38, Tetzlaff Verlag, Hamburg, 2001
- [CEN99] CENELEC: Bahnanwendungen – Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS), EN 50126, 1999
- [MSR04] Maly, T., Schweinzer, H., Rumpfer, M. Advances in train monitoring by networked Checkpoints. 5th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems, TU Wien, Institut für Rechnergestützte Automation, 2004
- [Rea97] Reason, J. Managing the Risks of Organizational Accidents. Ashgate 1997
- [Sch05] Schöbel, A. Zur Frage der Standortwahl von Zuglaufüberwachungseinrichtungen. Dissertation. Technische Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen, Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen. März, 2005
- [VK00] Vetsch, H.P., Kauer, C. Sicherheit in Eisenbahntunneln. Eisenbahningenieur (51), 9/00, S. 138-144, Tetzlaff Verlag, Hamburg, 2000
- [WSA01] Wehr, H., Schmid, K., Ablinger, P. Tunnelsicherheitsmaßnahmen für den Wolfsgrubentunnel. Eisenbahningenieur (52), 9/01, S. 32-37, Tetzlaff Verlag, Hamburg, 2001

SUMMARY

An approach for efficient positioning of train-observation-plants

The traditional train supervision will be replaced by a technical solution, the so-called Checkpoints. Checkpoints can be defined as trackside locations where trains are examined to detect any deviation from nominal condition. This check is carried out by sensor components while being passed by passenger and/or cargo trains with the locally authorised speed. The collected data is considered as an important source for subsequent activities. In this article an approach is shown where the risk potentials in the network of an infrastructure operator are included on one hand as well as threats and hazards in railroad operation with the help of a risk matrix on the other hand to get a efficient development strategy with priorities.