

CheckPoint: Lösung zur automatischen Zugbeobachtung

Roland Stadlbauer ^{a1}, Andreas Schöbel ^{b2}, Manfred Pisek ^{c3}

^a Thales Rail Signalling Solutions GesmbH
Scheydgasse 41, 1210 Wien, Austria

^b TU Wien, Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen
Karlsplatz 13, 1040 Wien, Austria

^c ÖBB Infrastruktur Betrieb AG, Netzbetrieb, Betriebliche Systeme
Elisabethstraße 9, 1010 Wien, Austria

Kurzfassung:

Das neue Betriebsführungskonzept der ÖBB zielt darauf ab die Qualität und Sicherheit bei gleichzeitiger Senkung der Betriebskosten zu steigern. Diese Senkung der Kosten führt aber mit sich, dass die Fahrdienstleiter aus der Fläche abgezogen werden, was einen Rückgang der augenscheinlichen Zugbeobachtung zur Folge hat. Um aber trotz dieses Effekts eine Erhöhung der Sicherheit zu gewährleisten, wird ein automatisierter technischer Ersatz für diese Kontrollen notwendig, die so genannten CheckPoints. Ein wesentlicher Mehrwert dieser Lösung wird durch eine Vernetzung der Checkpoints gewonnen. Es ergeben sich dadurch eine Vielzahl von Möglichkeiten für zusätzliche Nutzer, wie zum Beispiel Trendanalysen des Wagenzustandes und eine Optimierung des Wartungsintervalls des rollenden Materials.

Der weltweit erste CheckPoint ist seit Herbst 2004 am Streckennetz der ÖBB in Himberg bei Wien erfolgreich im Einsatz.

Schlagworte:

Zugbeobachtung, CheckPoint, Gefahrenmeldeanlage

¹ Korrespondierender Autor: E-Mail: roland.stadlbauer@thalesgroup.com; URL: <http://www.thalesgroup.com>

² E-Mail: andreas.schoebel@tuwien.ac.at; URL: <http://www.tuwien.ac.at>

³ E-Mail: manfred.pisek@oebb.at; URL: <http://www.oebb.at>

1 Einleitung

Die Einführung der neuen Betriebsführungszentralen und der damit verbundene Rückzug der Fahrdienstleiter aus der Fläche hat für das System Bahn zur Folge, dass auf organisatorischer und technischer Ebene ein entscheidendes Glied etablierter Prozessketten verloren geht. Dieser Prozess konnte in den vergangenen Jahren vor allem durch den verstärkten Einsatz technischer Lösungen abgefangen werden, wobei das Ziel, dass die geänderten Abläufe weniger personalintensiv und damit wirtschaftlicher zu organisieren sind, in der Regel ohne große Probleme erreicht werden konnte. Die Funktion der Zugbeobachtung mittels Augenschein (Abbildung 1) ist jedoch ein Beispiel dafür, dass die bis dato vorhandenen technischen Möglichkeiten die sich abzeichnende Lücke nur unzureichend schließen können.



Abbildung 1: Augenscheinkontrolle durch den **Fahr**dienstleiter

Die Fahrdienstleiter waren ursprünglich nicht die einzigen Mitarbeiter im ausführenden Betriebsdienst, die sich im Rahmen ihrer Tätigkeit der Zugbeobachtung zu widmen hatten. Stellwerks-, Block- und Schrankenwärter mussten ebenfalls das rollende Material auf seinen einwandfreien Zustand kontrollieren. Die Beobachtung der Züge erfolgte dabei nicht nur von einer, sondern abwechselnd von beiden Seiten aus, da die Standorte für die Durchführung dieser Aufgabe auf Bestandsstrecken alternierend festgelegt worden waren. In einem ersten Schritt wurde dieses dichte Netz an Zugbeobachtungsposten durch das Verschwinden mechanischer Signal- und Sicherungsanlagen deutlich ausgedünnt. Die fortschreitende Entwicklung auf dem Gebiet der Rechnertechnologie hat diesen Trend beschleunigt und ermöglicht in einem zweiten Schritt die Betriebsführung von wenigen besetzten Stellen aus.

Die sukzessive Umsetzung dieser produktivitätssteigernden Maßnahme bewirkt, dass die Kontrolle der passierenden Züge in den Betriebsstellen nach und nach entfällt und diese Funktion durch technische Systeme übernommen werden muss. Hinsichtlich der zukünftige Standorte dieser Anlagen stehen im Wesentlichen zwei Konzepte zur Auswahl: 1. Bei jeder besetzten Betriebsstelle, bei der Zugbeobachtung durch Automatisierung entfällt, ist ein technisches Äquivalent zu installieren. 2. Unter Berücksichtigung von Kosten-Nutzen-Überlegungen können Position und Ausstattungsgrad der Zuglaufüberwachungseinrichtungen optimiert und damit deren Zahl im Vergleich zur Variante 1 sinnvoll reduziert werden. Im Rahmen einer Dissertation am Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen der Technischen Universität Wien wurde ein Ansatz zur Lösung dieser Frage entwickelt [2]. Auswertungen für das Kernnetz der ÖBB (Österreichischen Bundesbahn) haben gezeigt, dass die Risikopotenziale bei Entfall der Zugbeobachtung durch den Einsatz von Sensorikkomponenten mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand soweit reduziert werden können, dass zumindest das gleiche Sicherheitsniveau wie bisher erreicht wird.

Technische Zuglaufüberwachungseinrichtungen sind in der Lage, immer beide Seiten eines Zuges gleichzeitig zu kontrollieren. Dieser Vorteil schlägt sich ebenso in einem schlankeren Ausbaukonzept nieder wie der Umstand, dass bei der Positionierung der Anlagen die Bindung an die Betriebsstellenstandorte entfallen kann. Zusätzliche Reserven stecken in jenen technischen Systemen, die Fahrzeugeigenschaften erkennen können, welche selbst geschulten Mitarbeitern des Betriebsdienstes bis dato entgangen sind. Diese Systeme leisten einen wichtigen Beitrag zur Unfallfrüherkennung und führen – entsprechende Bewertungsverfahren vorausgesetzt – ebenfalls zu höheren Produktivitäten.

2 Technische Lösung

2.1 Einzel CheckPoint

Diese technischen Zuglaufüberwachungseinrichtungen wurden in mehreren, vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie geförderten Projekten von dem Konsortium Thales Rail Signalling Solutions GesmbH (die ehemalige Transport Solutions Division der Alcatel Austria AG), Österreichische Bundesbahnen ÖBB und der TU Wien (Institut für Elektrische Mess- und Schaltungstechnik und Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen) entwickelt [1].

Diese CheckPoints sind ein Konglomerat aus verschiedenen Sensorsystemen. Mehr als zwei Jahre Felderfahrung haben gezeigt, dass folgende Sensorsysteme notwendig sind, um viele der möglichen Unregelmäßigkeiten zu detektieren, die an einem Zug auftreten können:

- Mögliche Schäden an Achslagern und Bremsen werden mit Heißläuferortungsanlagen erkannt. Diese Anlagen sind bereits seit mehreren Jahren erfolgreich im Einsatz.

- Dynamische Gleiswaagen werden für Messungen im Bereich des Rad-Schiene-Kontaktes eingesetzt. Bei diesen Anlagen wird das Gewicht jedes einzelnen Rades gemessen und so das Waggon- und Zugsgewicht berechnet. Weiters werden die Radgewichte eines Waggons (links, rechts) verglichen und daher Wagen mit schiefer oder verrutschter Beladung erkannt. Die modernsten dynamischen Gleiswaagen untersuchen zusätzlich über das Schwingungsbild des darüberfahrenden Rades die Laufflächen auf eventuelle Unrundheiten, Flachstellen, Aufschweißungen oder Ausbröckelungen.
- Objekte, die aus dem erlaubten Querschnittprofil des Zuges ragen werden mit Lichtraumprofilüberwachungsanlagen detektiert. Diese Lichtraumprofilüberwachungsanlagen basieren auf Laser-Lichtschranken und schnellen Kameras.
- Feuer an Bord eines Waggons zu erkennen war auch Teilaufgabe der Augenscheinkontrolle. Derzeit existieren jedoch keine marktfähigen Systeme, die diese wichtige Aufgabe auf freier Strecke übernehmen können. Aus diesem Grund wurden Labortests während der Checkpointentwicklung durchgeführt, um geeignete Sensorik für diesen Anwendungsfall zu finden. Durch umfangreiche Feldtests wurde eine gute Basis für eine weitere Entwicklung eines Branderkennungssystems auf der freien Strecke gelegt.
- Entgleisungen sind kritische Situationen. Aus diesem Grund ist es notwendig bereits entgleiste Fahrzeuge vor Tunnels oder Brücken (Anprall an Tragkonstruktion) zu erkennen und rechtzeitig anzuhalten. Durch eine möglichst frühe Detektion entgleister Fahrzeuge können Kosten durch zerstörten Oberbau reduziert werden.

Jedes dieser Sensorsysteme wird also benützt, um zumindest einen oder mehrere Fehlzustände am Zug erkennen zu können. Durch logische Verknüpfungen dieser Daten wird deren Aussagekraft noch weiter erhöht. Zum Beispiel wird die von der dynamischen Gleiswaage gemessene Achslast mit der von der Heißläuferortungsanlage gemessenen Achslagertemperatur in Relation gestellt. Höhere Achslasten lassen höhere durchschnittliche Achslagertemperaturen oder einen schnelleren Anstieg der Achslagertemperatur erwarten. So könnten zum Beispiel ausschließliche Messungen der Lagertemperaturen zu Fehlinterpretationen führen. Nicht immer bedeutet eine hohe Lagertemperatur auch automatisch ein beschädigtes Lager gefunden zu haben, die höhere Temperatur kann durchaus auch von einer hohen Beladung des Waggons herrühren. Eine Verknüpfung verschiedener Sensorsysteme erlaubt also eine Anpassung an die jeweilige Situation individuell.

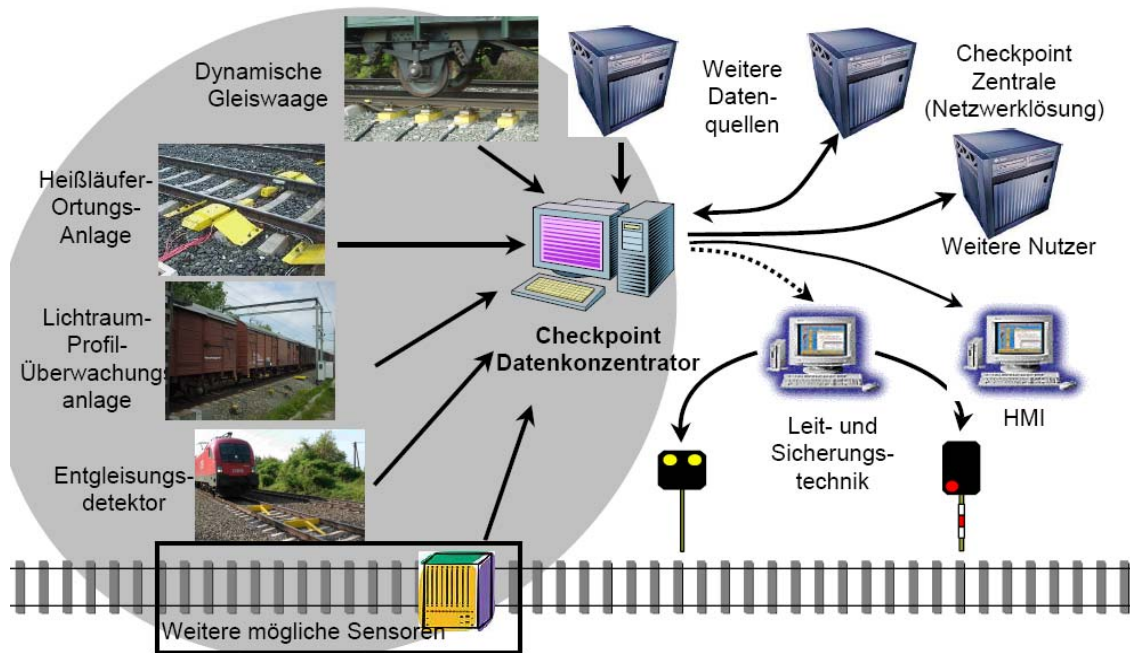


Abbildung 2: CheckPoint mit Datenkonzentrator

Diese Datensammlung und Datenverknüpfung wird im Herzstück des jeweiligen CheckPoints durchgeführt, dem sogenannten Datenkonzentrator. In Abbildung 2 wird die Funktionalität eines einzelnen CheckPoints verdeutlicht. Der Datenkonzentrator hat nicht nur die Datensammlung und Datenverknüpfung zur Aufgabe, sondern auch **anhand vordefinierter Parameter** die Entscheidung zu treffen, ob es notwendig ist, eine Warnung oder einen Alarm zu kreieren. Weiters wird auch die Weiterbehandlung dieser Warnungen oder Alarme im Datenkonzentrator entschieden. Nichtkritische Warnungen werden an eine definierte Stelle geschickt, **welche nicht notwendigerweise an der Betriebsabwicklung beteiligt sein muss (Z.B. Wartungszentrale)**. Neben der Information über den gefundenen Schadensfall können auch noch die weiteren Handlungen vorgeschlagen werden. Sicherheitskritische Meldungen, wie zum Beispiel Entgleisungen, Brände und Lichtraumprofilüberschreitungen **werden dem Fahrdienstleiter gemeldet, gleichzeitig aber auch direkt an die Leit- und Sicherungstechnik geschickt, um den Zug sofort oder bei einem definierten Signal und ggf. auch andere Züge zu stoppen.**



Abbildung 3: CheckPoint Lichtraumprofilüberwachungsanlage

2.2 Einbindung eines einzelnen CheckPoints in eine CheckPoint Netzwerk Lösung

Das CheckPoint Konzept wie es oben beschrieben wurde zeigt eine Lösung eines einzelnen Checkpoints im Schienennetzwerk. Es ermöglicht dem Schienenbetreiber Züge an einer vorgegebenen Position zu kontrollieren und Handlungen in der räumlichen Zuständigkeit dieses CheckPoints zu setzen.

In einem Eisenbahnnetz sind viele dieser einzelnen CheckPoints positioniert nahe Elementen der Infrastruktur mit vergleichsweise höherem Risiko, wie etwa ausgewiesenen Tunneln, Brücken und bogenreichen Abschnitten, um diese wirksam abzusichern. Alle diese einzelnen CheckPoints überwachen und kontrollieren die Züge auf deren technischen Zustand und reagieren gegebenenfalls mit Warnmeldungen und Alarmhandlungen. Während einer Zugfahrt passiert ein Zug i.d.R. mehrere dieser CheckPoints und wird, an jedem Standort, an dem sich ein CheckPoint befindet, auf Schadensfälle und Messwerte außerhalb der vorgegebenen Grenzwerte, kontrolliert. Die Zentralisierung der Checkpointdaten ermöglicht eine Optimierung der Sensorsystemausstattung eines einzelnen Checkpoints. Daten, die sich während einer Zugfahrt nicht ändern, wie zum Beispiel das Zuggewicht müssen nicht an jedem einzelnen CheckPoint neu erhoben werden, wodurch die Möglichkeit zur Einsparung von teuren Sensorsystemen an manchen Standorten besteht, sofern sie nicht aus sicherheitstechnischen Gründen erforderlich sind.

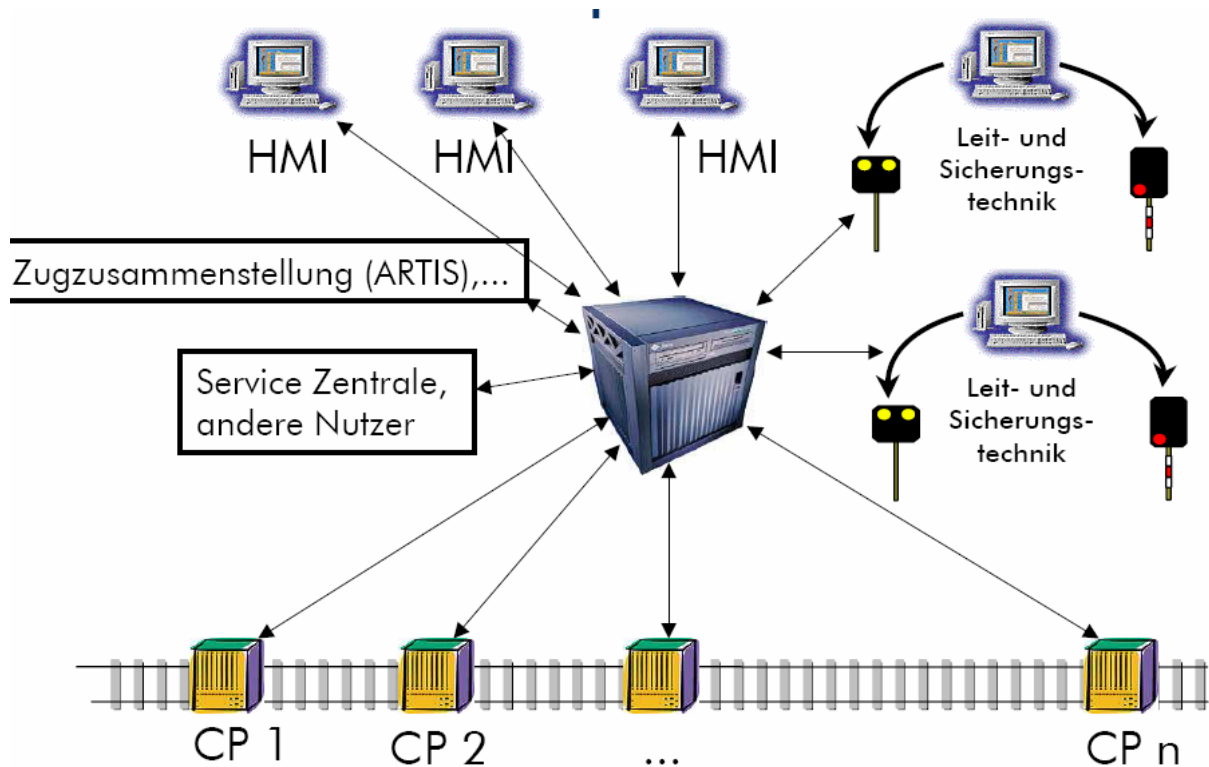


Abbildung 4: Zentralisiertes CheckPoint Netzwerk

Um dieses Ziel zu erreichen, musste eine Netzwerklösung entwickelt werden. Die Checkpointidee zielte schon zu Beginn der Entwicklung auf eine zentralisierte Lösung ab, mit dem Ziel, den Wert und die Aussagekraft der erhobenen Daten zu maximieren und die betriebliche Sicherheit dabei zu erhöhen. Ein Nutzen einer CheckPoint Netzwerklösung ist die Möglichkeit der Einsparung von Sensoriksystemen durch Verwendung sogenannter „virtueller Sensoren“. Das bedeutet dass die erhobenen Daten eines Zuges, die sich während einer Zugfahrt nicht ändern, über die CheckPoint Zentrale einem Checkpoint, der nicht mit einem dazu meßtechnisch erforderlichen Sensoriksystem ausgestattet ist, zur Verfügung gestellt werden.

Weiters arbeitet die Thales CheckPoint Lösung mit sogenannter „anonymisierter Charakteristik“: dies bedeutet, dass die erhobenen Daten in Charakteristika umgewandelt werden, welche unabhängig vom jeweiligen Sensoriksystem sind. Diese „Anonymisierung“ erlaubt eine leichte Erweiterung der lokalen CheckPoints mit neuen Sensorsystemen bei geringfügigen Schnittstellenanpassungen. Die Datenverknüpfung und Behandlung der Daten bleibt aber auch mit den neu eingefügten Sensoriksystemen unverändert. Die anonymen Daten eines Zuges werden in der CheckPoint Zentrale gespeichert. Jeder Zug wird, sobald er auf seiner Zugfahrt den ersten CheckPoint passiert, aufgezeichnet und die Messdaten werden in der CheckPoint Zentrale unter der jeweiligen Zugnummer gespeichert. Jeder weitere CheckPoint, der von diesem Zug nun passiert wird, kann auf die erhobenen Daten des vorigen CheckPoints in der Zentrale zugreifen. So können die Kosten für die notwendigen Sensoriksysteme gesenkt werden, da es meßtechnisch nicht mehr erforderlich ist, jeden CheckPoint mit der größtmöglichen Anzahl von Sensoriksystemen auszustatten.

Ein weiterer Vorteil des CheckPoints entsteht durch die Möglichkeit zur Trendanalyse, wie sie manuell und offline in [3] gezeigt wird. Als Beispiel dient ein Lagerschaden, der ein Ansteigen der Lagertemperatur zur Folge hat. Die langsame Entwicklung

dieses Heißläufers kann i.a. nicht durch eine Einzelmessung im Schienennetz erkannt werden, weil ein Alarm erst dann gegeben wird, wenn der Temperaturwert die Warnungs- oder Alarmgrenze überschritten hat. Die CheckPoint Zentrale ermöglicht jedoch den Vergleich verschiedener Messungen bei verschiedenen Checkpoints und so ein Erkennen eines Trends des heißer werdenden Lagers. Durch Festlegen optimaler Trendparameter kann ein Schadensfall am Zug, noch bevor ein sicherheitskritischer Zustand erreicht wird, erkannt werden.

2.3 Zentrale Konfigurierung, Überwachung und Wartung

In einer zentralisierten CheckPoint Lösung können viele Aspekte bezüglich Konfigurierung, Überwachung und Wartung leichter und effizienter verglichen werden als bei einer dezentralen Lösung. Der Netzbetreiber hat eine zentrale Kontrolle über das ganze CheckPoint Netzwerk. Diese Kontrolle startet bei der Neuintegration eines CheckPoint in das vorhandene Netzwerk. Die einzige Aufgabe des Installationspersonals ist die Netzwerkkonfiguration, eine Stationsidentifikation und IP-Adresse des CheckPoints einzustellen. Die restliche Konfiguration, die zum Betrieb notwendig ist, wie zum Beispiel Konfiguration, Regeln und Alarmgrenzen, wird automatisch von der CheckPoint Zentrale zur Verfügung gestellt und installiert. Dieses Konzept garantiert eine hohe Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der CheckPoints.

Die CheckPoints überwachen permanent alle angeschlossenen Sensoriksysteme und führen laufend Selbsttests ihrer eigenen Hardware durch. Die Sensorsysteme liefern einen detaillierten Systemstatus an den CheckPoint Datenkonzentrator, der wiederum ständig die Verbindung zu den Systemen überwacht. Wird ein abnormaler Status detektiert oder gemeldet, wird vom Konzentrator eine Fehlermeldung und Fehlerbeschreibung an die Zentrale geschickt wo wiederum der Operator informiert wird und gleichzeitig über ein Fehlerticket das Wartungspersonal alarmiert wird. Diese Vorgehensweise ermöglicht ein schnelles Reagieren auf Systemfehler und kurze Reparaturzeiten.

Während dieser Reparaturzeiten verwendet der CheckPoint anstatt des ausgeschalteten Sensorsystem einen sogenannten virtuellen Sensor. Der Datenkonzentrator holt sich für die Messdatenverknüpfung von der CheckPoint Zentrale die fehlenden Messdaten anstatt vom gerade in Wartung befindlichen Sensorsystem. Diese Vorgehensweise garantiert eine hohe Verfügbarkeit der CheckPoints und deren Messsysteme und die Ausfallszeit einer Einzelkomponente kann so automatisch überbrückt werden

2.4 Vorteile einer zentralen vernetzten CheckPoint Lösung

Die Vorteile einer vernetzten CheckPoint Lösung mit zentraler Konfiguration, Überwachung und Wartung wurde oben bereits beschrieben. Eine Zentrale, in der alle Daten gespeichert werden, hat außerdem den Vorteil, dass keine Notwendigkeit für teure, hoch verfügbare IT-Lösungen für die Datenkonzentratoren besteht. Die zentrale Konfiguration ermöglicht ein schnelles Austauschen fehlerhafter

Feldkomponenten und ein schnelles Wiederinstandsetzen bei minimalem Aufwand und notwendigem technischem Wissen des Wartungspersonals.

Die Methode der virtuellen Sensoren ermöglicht dem Infrastrukturbetreiber die CheckPoints nur mit den notwendigen Sensorsystemen auszustatten und reduziert und optimiert so die Infrastrukturkosten genauso wie die Instandhaltungskosten im Feld.

Zentrale Datenverarbeitung der Zugcharakteristika über einen gesamten Zuglauf ermöglicht dem Betreiber weiters Trendanalysen beispielsweise für Lagertemperaturen (vgl. [3]) durchzuführen und frühe Alarm Generierung. Schadhafte Züge können so rechtzeitig in größeren Bahnhöfen angehalten und vom Wartungspersonal betreut werden. Bei Meldungen die erst abgesetzt werden, wenn eine kritische Alarmgrenze erreicht oder überschritten wurde, ist meist ein sofortiger Stop notwendig, bei dem keine Rücksicht darauf genommen werden kann, ob Wartungspersonal in der Nähe ist oder nicht.

Die in der Zentrale gespeicherten Daten können vom Betreiber auch für Dritte zur Verfügung gestellt werden. Wartungspersonal kann so waggonzustandsbasierte Wartungsintervalle festlegen. Durch die Waggonerkennung mittels optischer Zugnummernerkennung oder Transponder wird diese Wartungsoptimierung ermöglicht.

2.5 Integration der Bedienplätze in die zentralisierte CheckPoint Netzwerklösung

Das System CheckPoint benötigt eine Integration in die operative Infrastruktur des Netzbetreibers. Wird ein Grenzwert der betrieblichen Sicherheit überschritten muss das System CheckPoint den Fahrdienstleiter über den Schaden informieren. Ziel ist es dabei dem Fahrdienstleiter leicht zu interpretierende Informationen über die Art und den Ort des Schadens zu geben.



Abbildung 5: CheckPoint Interface mit Alarmmeldung

Die Abbildung zeigt einen generierten Alarm, der eine ausgefahrene LKW Antenne auf einer rollenden Landstrasse zeigt. Der Fahrdienstleiter wird mit leicht verständlichen Grafiken und weiteren Informationen auf den entdeckten Schaden hingewiesen. In Abbildung 5 zeigt das System die Achse bei der das Problem aufgetreten ist, den Abstand zu dieser Achse, die Zugnummer, die Uhrzeit und das Datum der Messung und weiters wird die Möglichkeit geboten ein Foto des detektierten Problems anzusehen. Ist der CheckPoint auch mit einer Waggonnummernerkennung ausgestattet kann zusätzlich noch die Waggonnummer angezeigt werden

Das zentrale CheckPoint System kann nahtlos in die Leit- und Sicherungstechnik eingebunden werden. Neben Informationen über einen erkannten Schadensfall eines Waggons, werden den Fahrdienstleitern auch durchzuführende Handlungen vorgeschlagen um die Reaktionszeit der Bediener zu minimieren. Bei sehr kritischen Fehlzuständen, zum Beispiel eine Entgleisung oder eine Lichtraumprofilverletzung vor einem Tunnel oder einer Brücke, informiert das System die Fahrdienstleiter und unternimmt automatisch Maßnahmen um den Zug so rasch als möglich anzuhalten. Ist ein sofortiger Stop des Zuges notwendig, beeinflusst das CheckPoint System automatisch die Leit- und Sicherungstechnik und die Stellwerke, um so rasch wie möglich den Zug zum halten zu bringen. Erlaubt oder benötigt ein erkannter Schadensfall eine individuelle Abarbeitung durch den Fahrdienstleiter, werden am Terminal mehrer Handlungsmöglichkeiten vorgeschlagen, die dann nach Auswahl

und Bestätigung des Bedieners automatisch durchgeführt werden. Zusätzlich ist es auch möglich den Lokführer über Funk zu verständigen.

Dieses dargestellte Szenario zeigt einen einzelnen CheckPoint dessen Terminal einen Fahrdienstleiter informiert. Die Zentrale, mit vielen angekoppelten CheckPoints, ermöglicht verteilte Terminals für mehrere Benutzer. Diese Lösung zielt auf die zukünftige Zentralisierung der Fahrdienstleiter in Betriebsführungszentralen ab. In Zukunft werden die Fahrdienstleiter in Betriebsführungszentralen konzentriert sein, die große Teile des Schienennetzes steuern. Das bedeutet, dass im Bereich einer Betriebsführungszentrale mehrere CheckPoints liegen werden. Zu diesem Zweck ist es notwendig, CheckPoint Terminals mehreren Fahrdienstleitern auf einmal zur Verfügung zu stellen. Wird ein Alarm von einem CheckPoint generiert, wird er allen Fahrdienstleitern, die für diesen Bereich verantwortlich sind, angezeigt. Das System lässt jedoch nur den ersten Fahrdienstleiter, der sich der Meldung annimmt, Bedienungshandlungen zu und zeigt den anderen an, dass der Alarm bereits bearbeitet wird.

2.6 Integration existierender Informationssysteme

Die CheckPoint Zentrale erhebt und speichert täglich eine Vielzahl an Informationen. Diese Informationen können mit Informationen, die in anderen verwendeten Informationssystemen vorliegen, erweitert werden. Natürlich können auch die Informationen von den CheckPoints anderen Systemen zur Verfügung gestellt werden. Zum Beispiel sammelt die CheckPoint Zentrale Daten eines Waggons bei jeder Überfahrt über einen CheckPoint. Diese Daten werden gespeichert und können dem Wartungspersonal zur Verfügung gestellt werden. So kann das Wartungsintervall jedes einzelnen Waggons auf Grund seines bekannten technischen Zustands optimal angepasst werden. Ein weiterer Anwendungsfall ist die Erkennung und Überprüfung der Zugzusammenstellung in Verschiebbahnhöfen. Verlässt ein neu zusammen gestellter Zug den Verschiebbahnhof und passiert dabei einen CheckPoint, wird vom CheckPoint die Zusammenstellung des Zuges mittels einer infrastrukturseitigen Waggonnummernerkennung festgestellt und aufgezeichnet. Diese Daten werden dann in den Informationssystemen des Netzbetreibers weiterverarbeitet.

2.7 Service für interne und externe Kunden

Weiterer Nutzen des Systems und Möglichkeiten den Break Even Point des Systems früher zu erreichen, ergibt sich durch die Möglichkeit die erhobenen Daten anderen Bahnbetreibern zur Verfügung zu stellen.

Ein typischer Punkt an dem ein CheckPoint platziert ist, ist eine Stelle an Züge mit unbekanntem technischem Zustand von einem fremden Netz ins eigene Schienennetz fahren. Diese Züge werden genauso auf technische Mängel überprüft, wie die, die das Netz verlassen. Die Daten dieser Züge können an den Netzbetreiber des Nachbarlandes verkauft werden.

Weitere finanzielle Möglichkeiten ergeben sich aus der hohen Genauigkeit der dynamischen Gleiswagen. Diese kann nicht nur dazu genutzt werden, um Züge auf

die betriebliche Sicherheit hin zu kontrollieren, sondern auch das genaue Zugangsgewicht zu erheben. Dieses kann als Basis für eine Schienenmaut dienen.

Zusätzlich können Waggonzustandsdaten an **Rolling Stock** Betreiber verkauft werden, die über Email, Web Access und andere mögliche Schnittstellen weiter gegeben werden.

Die zentralisierte CheckPoint Lösung bietet eine Liste von Funktionen, die es ermöglichen, die Betriebskosten des gesamten Schienenbetreibers zu senken. Um eine Sinnvolle Menge von CheckPoints ins Feld zu setzen, wurde zur optimalen Platzierung der CheckPoints im Feld am Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen der TU Wien eine Dissertation verfaßt [2].

2.8 Ökonomische Aspekte

Der zunehmenden Zusammenführung und Zentralisierung der Stellwerke zum Zwecke der Optimierung des Betriebsablaufes steht ein Verlust an Kontrollmöglichkeiten der Sicherheit des Zuglaufes gegenüber. Um dies zu minimieren bedarf es Technologien, die die Kompetenz und die Erfahrung der vor Ort handelnden Mitarbeiter ersetzen können. Bei der wirtschaftlichen Betrachtung ist zu unterscheiden, ob es sich um sicherheitsrelevante Kostenträger, wie einzelne Sensoriken, handelt, oder aber ein Mehrwert aus mehreren Komponenten generiert werden kann, der sich klassisch betriebswirtschaftlich rechnet. Der sicherheitsrelevante Aspekt der einzelnen Sensorsysteme steht im Zuge der wirtschaftlichen Betrachtung nicht zur Debatte, jedoch kann durch die Vernetzung der einzelnen Checkpoints in einer Checkpointzentrale der daraus resultierende Mehrwert für die Implementierungschancen von großer Bedeutung sein.

Bisherige Felderfahrungen wiesen dem Checkpoint-System eine höhere Schadenserkenngungsrate zu als dies bis jetzt durch größtenteils menschliche Beobachtungen möglich ist. Dadurch gewinnt das Risikomanagement in diesem Bereich zusätzlich an Genauigkeit und Qualität, wodurch für dessen Zertifizierung eine Aufwandsminimierung erwartet werden kann. Weiters wird ein höherer Level des „Quality of Service“ durch den präventiven Ansatz der Früherkennung geschaffen. Im Bereich der Unfallfrüherkennung laufen Untersuchungen inwieweit eine Vermeidbarkeit gegeben ist und wie hoch die daraus resultierenden möglichen Effekte einer Kostenoptimierung sind. Die genauen Auswertungen und Trendfolgen ermöglichen, neben einer erhöhten Kostentransparenz, überdies eine Einsparung an manuellem Bearbeitungsaufwand.

Im Zuge eines „lean management“-Konzeptes [4] führt eine zeitoptimierte Abwicklung zu erheblichen Kosteneinsparungen, wobei es möglich ist differierende Schadensbehebungen durchzuführen:

- Just-in-time Abwicklung

Dabei muss nicht mehr auf ein fehlerhaftes Teil in der Zulieferkette gewartet werden, da die Ursache bereits frühezeitig bekannt ist. Umlaufzeiten können optimiert werden und das Wagenmaterial bzw. die Infrastruktur steht daher wieder schneller im gesamten Umfang als Umsatzträger zur Verfügung.

- Service bzw. Baustellen optimierte Abwicklung

Der Waggon kann durch die differenzierten Schadensmeldungen und Trendfolgeanalysen bei Einhaltung bestimmter Kriterien (Ladegewicht, Lastverteilung,...) noch bis zum nächsten vorhergesehenen Check im Transportsystem bleiben und der Schaden bzw. Fehler wird eben bei diesem behoben. Mögliche Schäden an der Infrastruktur können durch die Früherkennung bereits im Vorfeld bei bestehenden Bau- und Betriebsplanungen mitberücksichtigt werden und somit ein neuerliches Eingreifen zu einem späteren Zeitpunkt unter erhöhtem Aufwand vermieden werden.

- Schadenoptimierte Abwicklung

Bei größeren Schäden können durch die Vorherbestimmung von Trendanalysen bereits in Kürze zu erwartende Mängel behoben werden und daher eine zusätzliche kostenintensive Vorgangsweise (ausreihen, Rückführung, Behebung,...) ersparen. Dasselbe Schema ist auch für die Infrastruktur denkbar. Ist die Notwendigkeit gegeben, dass ein unaufschiebbarer Schaden entstanden ist (z. Bsp. durch einen Unfall) so kann die in der Folge durchzuführende Schadensbehebung dazu genützt werden um möglich auftretende Schäden auf Grund von Trendanalysen vorwegzunehmen.

Ebenfalls zur fehleroptimierten Behandlung tragen die Wartungsmeldungen der einzelnen Sensorikkomponenten im Zuge einer Fernwartung bei. Sie sind in der Lage die Störung zu diagnostizieren und somit die Kostenintensität der Störungsbehebung zu minimieren. So können z. B. einfache Fehler rasch von hauseigenem Personal behoben werden.

Es ist gut vorstellbar, dass sich externe Kunden dieser vom Infrastrukturbetreiber zur Verfügung gestellten Datengrundlage bedienen, um ihre Wartungs- und Instandhaltungsstruktur zu optimieren. Um ein Entgelt dafür festzusetzen, bedarf es verschiedene Parameter zu berücksichtigen. So muss zunächst geprüft werden ob die dementsprechende Nachfrage vorhanden ist, ob der Nutzen für den Kunden auch über- und vermittelbar ist, was ebenfalls ein dementsprechendes Marketing verlangt, ob die Datenverfügbarkeit jederzeit gewährleistet ist und einiges mehr. Zuletzt darf man nicht vergessen, dass auch der Infrastrukturbetreiber selbst einen nicht unerheblichen Nutzen daraus zieht, wenn beispielsweise die Wagenhalter die Datenauswertungen nutzen, da sich die Abnutzung der Infrastruktur so auch indirekt verringern lässt.

Es ist zu erwarten, daß durch die automatisierten Kontrollmechanismen (z. Bsp. Ladespezifika, Gewicht, Flachstellen bevor Gefahr droht) und der daraus resultierenden Möglichkeiten zur verursachergerechten Bewertung von Entgelten, das Verhalten der Kunden beeinflusst wird, wodurch es zu einer Selbstregulierung am Markt kommen kann.

3 Ausblick

Die vorliegenden Daten des Piloten in Österreich unterstreichen das Potential und die Chancen dieser Technologie für moderne Netz- und Fahrzeugbetreiber. Es besteht aus Sicht der Verfasser kein Zweifel, dass der CheckPoint ein integrierter Bestandteil der modernen Eisenbahnbetriebsführung in naher Zukunft sein wird.



Abbildung 6: CheckPoint in der Morgendämmerung

Literatur

- [1] B. Knoll, A. Schöbel, M. Sünder, Thomas Maly: Entwicklung eines Checkpointprototypen bei der ÖBB Infrastruktur Betrieb AG; Signal&Draht 7+82006 S. 10-14
- [2] A. Schöbel: "Zur Frage der Standortwahl von Zuglaufüberwachungseinrichtungen"; Begutachter: N. Ostermann, E. Kopp; Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen, 2005.
- [3] A. Schöbel, J. Karner: "Optimierungspotenziale bei der Stationierung von Heißläuferortungsanlagen"; ETR - Eisenbahntechnische Rundschau, 54 (2005), 12; S. 805 - 808.
- [4] R. Stadlbauer, M. Rumpler, H. Rumpeltes: „CheckPoints for automatic supervision“, Signal&Draht Heft 4, 2007