Zum Stellenwert der Zugbeobachtung bei der Modernisierung des Eisenbahnbetriebes

Autor:

Andreas Schöbel, Dipl.-Ing. Dr. techn.
Universitätsassistent

Technische Universität Wien
Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen
A-1040 Wien
Karlsplatz 13/232
Tel. +43 1 58801-23211
E-Mail andreas.schoebel@tuwien.ac.at
www.eiba.tuwien.ac.at

1. Einleitung

Im Zuge der fortschreitenden Fernsteuerung immer größerer Bereiche entfällt die Zugbeobachtung an den traditionellen Standorten wie beispielsweise den Fahrdienstleitungen. Der geplante Rückzug der Fahrdienstleiter aus der Fläche bedeutet für das System der Eisenbahn einen Eingriff auf der organisatorischen und technischen Ebene. Die ursprüngliche Funktion der Fahrdienstleiter war die Sicherung der Zugsfahrten, d.h. das Stellen von Fahrstraßen. Für diese Aufgabe gab es seit Beginn der Eisenbahn Hilfsmittel: als erste Bauform eines Stellwerkes wurde mittels mechanischer Zwänge die Abhängigkeiten der Signale und Weichen wiedergegeben. Die Entwicklung führte über Drucktasten-Stellwerke bis hin zu den heute üblichen elektronischen Stellwerken. Die Beobachtung des Zuges erfolgte nicht nur von einer Seite (wie man aus Abbildung 1 folgern könnte), sondern von beiden Seiten abwechselnd, da die Stellwerke bzw. der Sitz der Fahrdienstleitung auf Bestandsstrecken alternierend verteilt wurden.

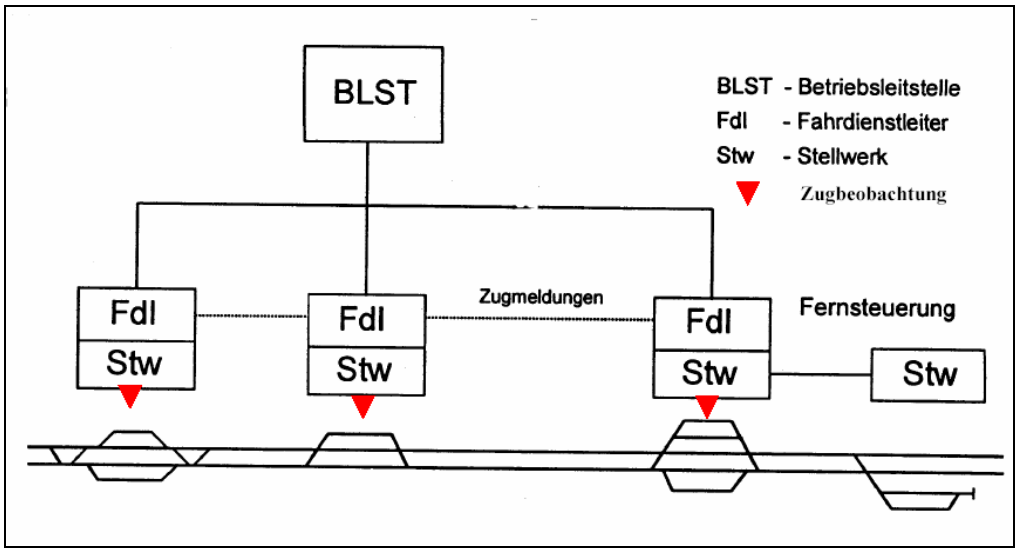

Abb.1. Konventionelle Betriebssteuerung (Quelle: [6])

Im Lauf der Zeit kamen immer mehr Aufgaben für den Fahrdienstleiter dazu, die sogar bis zum Fahrkartenverkauf führten. Eine nicht unwesentliche Funktion war und ist dabei auch die Überwachung der vorbeifahrenden Züge. Während früher noch zahlreiches, anderes Personal entlang der Strecken postiert war, wie z.B. Blockposten, Schrankenwärter und dergleichen mehr wurden diese Funktionen im Laufe der Zeit durch die Stellwerkstechnik ersetzt.

Primär wird bei der Durchfahrt eines Zuges das Vorhandensein des Zugschlußsignales geprüft, sowie augenscheinlich erkennbare Unregelmäßigkeiten, wie etwa heißgelaufene Achsen. Besonders routinierte Mitarbeiter können auch am Klang der rollenden Räder Unrundheiten oder Flachstellen erkennen. Des weiteren lassen sich auch lockere Planen, die das Fahrzeugumgrenzungsprofil überschreiten können, problemlos erkennen. Es gibt aber auch Zugseigenschaften, die sich einer optischen bzw. akustischen Prüfung entziehen. So wird es nur schwer möglich sein, Radlasten bzw. Raddrücke einzuschätzen. Erst massive Überbeladungen können zu sichtbaren Verformungen der Wagenkonstruktion führen. Ungünstige Beladungszustände können aber bereits vor ihrer sichtbaren Ausprägung zu Entgleisungen bzw. Zerreißen des Zugverbandes führen.

Wenn nun aufgrund der Umstrukturierung der Zugsicherung auch die Kontrolle der passierenden Züge in den Betriebsstellen entfällt, besteht Handlungsbedarf, da diese Funktionen nun von technischen Systemen übernommen werden müssen. Als pragmatischen Ansatz könnte man folgende Überlegung aufstellen, daß bei jedem besetzten Bahnhof, der in Zukunft ferngesteuert werden soll, ein technisches Äquivalent aufgestellt werden muß. Diese Strategie würde zweifelsohne dem Sicherheitsgedanken entsprechen, in der Praxis aber zu

hohen Kosten führen, die einem nur schwer erkennbaren Nutzen gegenüber stehen würden. Im Rahmen einer Dissertation am Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen der Technischen Universität Wien wurde ein Ansatz zur netzweiten Ausrüstungsstrategie entwickelt [9].

Als Zugänge für die Überwachung von Zugsfahrten stehen aber prinzipiell folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- fahrzeugseitig
- infrastrukturseitig
- Kombinationen aus infrastrukturseitig und fahrzeugseitig

2. Fahrzeugseitige Überwachung

Der fahrzeugseitige Ansatz wirkt von der Theorie her sehr verlockend, da mit dieser Überprüfung unabhängig vom Ort zu jedem Zeitpunkt Meßwerte vorliegen, die einen Aufschluß über Fehlzustände liefern können. In der Praxis scheitert der theoretisch wertvolle Ansatz für das gesamte Fahrzeugkollektiv aber u.a. an den verschiedenen Bahnverwaltungen, die in der UIC nur informell aber nicht operativ verbunden sind. Sehr wohl aber gibt es Beispiele aus der Literatur für sinnvolle und wirtschaftliche Anwendungen.

Die fahrzeugseitige Diagnose von Entgleisungen zählt zu den passiven Sicherheitsmaßnahmen, da präventive Maßnahmen nie vollständig eine Entgleisung verhindern werden können. Eine schnelle fahrzeugseitige Entgleisungsdetektion kann einen wertvollen Beitrag zur raschen Gefahrenerkennung liefern und somit das potentielle Schadensausmaß reduzieren.

Im Rahmen eines geförderten Forschungsvorhabens wurde an der TU Berlin ein zweistufiger Versuch über die Möglichkeit der Entgleisungsdetektion und der Ladegutüberwachung von Gefahrenguttransporten auf der Schiene untersucht [1]. Die Notwendigkeit dieser Forschungstätigkeit wurde aus mehreren Unfällen beim Eisenbahntransport von Gefahrengütern in den vergangenen Jahren abgeleitet. Ziel war es zu zeigen, daß durch den Einsatz von Telematik die Sicherheit beim Transport durch Überwachung der Fahrt von Güterwagen als auch des Ladegutzustands erhöht werden kann.

Ein weiterer Aspekt, der über die Sicherheit des Eisenbahnbetriebes hinausgeht, ist die Anwendung von Onboard-Fahrwerksdiagnose- und-überwachungssystemen zur Erhöhung der Betriebssicherheit und Verfügbarkeit von Schienenfahrzeugen und zur Erzielung von Einsparungen bei der Instandhaltung. Der primäre Zweck solcher Einrichtungen liegt in der Auffindung des optimalen Zeitpunktes um Instandhaltungsmaßnahmen wirtschaftlich optimal zu setzen.

3. Infrastrukturseitige Maßnahmen

Eine seit den 80er-Jahren des 20. Jahrhunderts im Einsatz befindliche und unter stetiger Verbesserung befindliche infrastrukturseitige Maßnahme ist die Heißläufer- und Festbremsortungsanlage. Die Problematik heiß gelaufener Radsatzlager und schadhafter Bremsen und der daraus resultierenden Unfälle ist schon seit längerem bekannt. Zur Detektion wird die starke Wärmeentwicklung, die mit einem Radsatzlager- oder Bremsschaden einhergeht, herangezogen. Durch die Verfügbarkeit von schnellen Infrarotdetektoren und den zunehmenden Möglichkeiten moderner Mikroprozessoren stieg die Präzision der Temperaturerfassung, so daß diese Anlagen (Abb.2) heute zum Stand der Technik in Westeuropa gehören [5], [8].

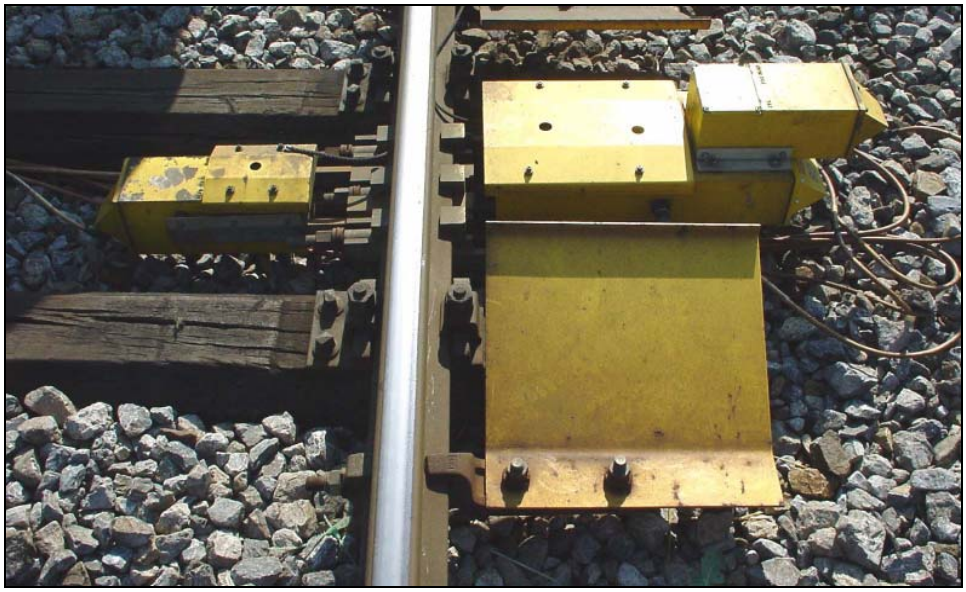

Abb.2. Heißläuferortungsanlage in Himberg an der Ostbahn
[Quelle: ÖBB Infrastruktur Betrieb AG, InfraService, Heißläuferortungsanlagen]

Der Rundlauf von Eisenbahnrädern weicht bei ungleichem Verschleiß von der Idealform des Kreises ab. Eine Klassifikation der Fehler kann nach [7] folgendermaßen vorgenommen werden:

- singuläre Störstellen, wie Flachstellen und Abplattungen,
- polygonartige Unrundheiten,
- stochastische Unrundheiten.

Diese Radfehler bedingen eine Erhöhung der dynamischen Kräfte, die zwischen Fahrzeug und Fahrweg auftreten. Einerseits bewirken diese erhöhten Kräfte einen weiteren Verschleiß am Rad, andererseits auch eine Schädigung des Oberbaus.

Durch die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeiten der Züge in einem Eisenbahnnetz ergeben sich meist auch höhere Anforderungen an das Gleisnetz und an das rollende Material. Beim Betrieb schienengebundener Fahrzeuge entsteht aufgrund der Wechselwirkung zwischen Rad und Schiene der größere Verschleiß am Rad. Dadurch kommt es in der Folge zu Verschlechterungen bei der Radgeometrie, des Werkstoffzustandes und der Oberflächenqualität. In weiterer Konsequenz erhöhen sich die Beanspruchungen des Rad-Schiene-Systems und es kommt zu Minderungen im Fahrkomfort bis hin zu Beeinträchtigungen der Betriebssicherheit. Sofern nicht der Verschleiß am Rad und dessen Auswirkungen automatisch geprüft werden, fallen kostspielige manuelle Prüfungen an.

Der Checkpoint

Der Checkpoint zielt auf eine Vernetzung mehrerer Komponenten der Zuglaufüberwachung in einem einzigen Rechner ab. Seit Februar 2003 wird an der Umsetzung des Projektes gearbeitet, das im Rahmen der – vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie ins Leben gerufenen – Programme „Innovatives System Bahn 1“, „Innovatives System Bahn 2“ sowie „Intelligente Infrastruktur 2“ gefördert wird. Das Projektteam setzt sich aus Mitarbeitern der Alcatel Austria AG, der ÖBB Infrastruktur Betrieb AG, dem Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen der TU Wien und dem Institut für Elektrische Mess- und Schaltungstechnik, ebenfalls der TU Wien, zusammen. Aus den vorliegenden Daten sind Synergien zu erwarten, die eine zuverlässigere Aussagequalität ermöglichen sollen. In einer ersten Ausbauphase von Checkpoints sind folgende Komponenten vorgesehen:

- Heißläufer-/ Festbremsortungsanlagen

- Flachstellenortungsanlagen
- Lichtraumprofilmeßanlagen
- Dynamische Radlastverwiegung
- Entgleisungssensoren
- Branderkennungseinrichtungen

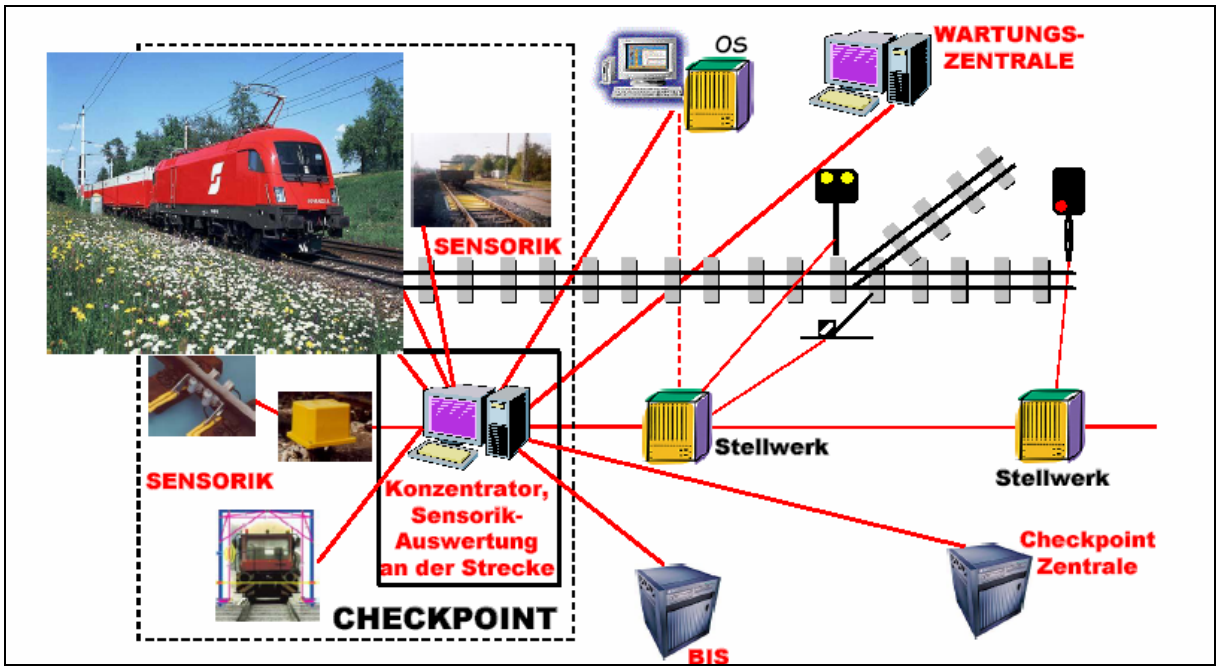

Abb.3. Schnittstellen und Funktionsweise eines Checkpoints [©Alcatel Austria AG]

Durch die Vernetzung der einzelnen Standorte soll es möglich sein, Daten über den Zuglauf hinweg an den einzelnen Standorten zur Diagnose des Zugszustandes zur Verfügung zu stellen [3], [4]. Durch den an sich modularen Aufbau des Checkpoints können die einzelnen Komponenten selektiv entsprechend ihrer Wirkungsweise an den Standorten plaziert 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.

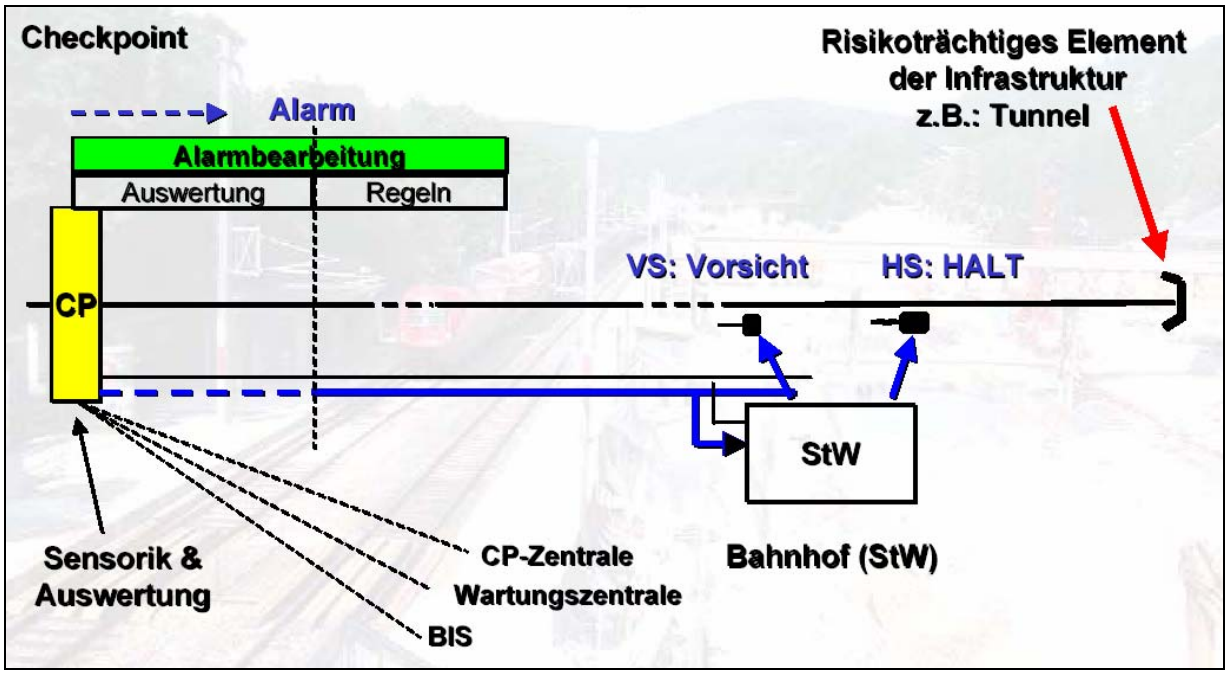

Abb.4. Standortbezogene Darstellung der Funktionsweise eines Checkpoints (©Alcatel Austria AG)

4. Kombinierte Anwendung

Im Hochgeschwindigkeitsverkehr werden infrastrukturseitige und fahrzeugseitige Maßnahmen gerne kombiniert, um die Optimierung von Instandhaltungsprozessen hinsichtlich der Kosten und der Verfügbarkeit der Fahrzeuge zu erzielen [2]. Die Anwendung von Onboard-Systemen beschränkt sich meist nur auf die Diagnose von elektrischen Einrichtungen, jedoch selten nur mit Schadensfrüherkennungen. Bei der Deutschen Bahn AG wurde die Entwicklung eines Frühwarnsystems gestartet, mit dem eine Schadensfrüherkennung an Komponenten von Fahrwerken des Hochgeschwindigkeitsverkehrs unter Einsatz von fahrzeugintegrierter Sensorik erfolgen soll. Ergänzt werden diese Onboard-Systeme durch ortsfeste Diagnosesysteme wie z.B. Heißläufer-/Festbremsortungs- und Radsatzdiagnoseanlagen.

5. Ausblick

Im Zuge der Liberalisierung des Zuganges zum Netz der Infrastrukturbetreiber wurde die Anzahl der EVUs noch größer. Verbindliche Vorschreibungen lassen sich nur in Form von Zulassungsbescheinigungen umsetzen, die aber vor dem Railregulator juristisch bekämpft werden können, da sie Barrieren zum Netzzugang darstellen. Daher läßt sich dieser fahrzeugseitige Ansatz nur theoretisch weiterverfolgen oder nur für bestimmte Spezialarten

von Wagenmaterial z.B. ROLA-Wagen. Aus Sicht eines Eisenbahn-Infrastruktur-Unternehmens bleibt unter Berücksichtigung der europäischen Rahmenbedingungen nur die Möglichkeit einer infrastrukturseitigen Überwachung offen, um einerseits die Betriebssicherheit und andererseits auch die Verfügbarkeit der Infrastruktur zu gewährleisten. Aus dieser Überlegung heraus kann neben einer rein sicherheitstechnischen Kosten-Nutzen-Rechnung eine Wirtschaftlichkeitsrechnung für den Infrastrukturbetreiber erstellt werden, wenn weiters das durch reduzierte Verfügbarkeit entgangene Infrastrukturbenützungsentgeltes den Kosten für Anschaffung, Betrieb und Wartung von infrastrukturseitigen Detektionssystemen gegengerechnet wird. Der Entfall der Zugbeobachtung bei Fernsteuerung in der Signaltechnik sollte aber keinesfalls ohne geeignete Gegenmaßnahmen hingenommen werden.

6. Literatur

[1] Hecht, M., Rieckenberg, T. *Überwachung von Eisenbahngüterwagen mittels Telematik.* ZEV Glasers Annalen 126 (2002) S. 312-322, Georg Siemens Verlagsbuchhandlung, 2002

[2] Maly, H., Säglitz, M., Klose, C., Ullrich, D., Kolbasseff, A. *Neue Onboard- und stationäre Diagnosesysteme für Schienenfahrzeuge des Hochgeschwindigkeitsverkehrs.* ZEV Glasers Annalen 125 (2001) S. 421-428, Georg Siemens Verlagsbuchhandlung, 2001

[3] Maly, T., Schweinzer, H., Rumpler, M. *Advances in train monitoring by networked Checkpoints*. Poster: IEEE International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS2004), Wien, Austria; 22.09.2004 - 24.09.2004; in: "*2004 IEEE International Workshop on Factory Communication Systems*", IEEE, Wien (2004), 0-7803-8734-1; S. 339 - 342.

[4] Sünder, M., Schöbel, A., Pisek, M., Maly, T. *Sicherungssystemintegrierte Checkpoint-Anlagen für automatische Zugüberwachung*. Vortrag: 36. Tagung Moderne Schienenfahrzeuge, Graz; 18.09.2005 - 21.09.2005; in: "*Sonderheft Tagungsband*", Glasers Annalen / Georg Siemens Verlag, 129/11/Berlin (2005), 1618-8330; S. 130 - 135.

[5] Nayer, W., Lorenz, G. *Neue Heißläufer- und Festbrems-Ortungsanlage nach dem Scanningprinzip*. ZEV Glasers Annalen 124 (2000) S. 627-629, Georg Siemens Verlagsbuchhandlung, 2000

[6] Pachl, J. *Systemtechnik des Schienenverkehrs*. B. G. Teubner Stuttgart, Leipzig, 2004

[7] Reinecke, J.M., Jelinski, M. *Anlagen zur Erkennung unrunder Eisenbahnräder*. ZEV Glasers Annalen 125 (2001) S. 551-555, Georg Siemens Verlagsbuchhandlung, 2001

[8] Schöbel, A., Karner, J. *Optimierungspotenziale bei der Stationierung von Heißläuferortungsanlagen*. ETR - Eisenbahntechnische Rundschau, **54** (2005), 12; S. 805 - 808.

[9] Schöbel, A. *Zur Frage der Standortwahl von Zuglaufüberwachungseinrichtungen*. Dissertation. Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen, Technische Universität Wien, 2005.