

Überwachung von Bahnübergängen

Level crossing monitoring

Rhys Jones

Dieser Beitrag behandelt die Überwachung von Bahnübergängen, dessen Vorteile und eventuelle Probleme, die bei Installation und Gebrauch auftreten können. Außerdem befasst er sich mit der sich weiterentwickelnden Technologielandschaft, da die bei Bahnübergängen verwendete Technologie modernisiert wird. Bahnübergänge sind eine der kritischsten Schnittstellen zwischen Bahn und Öffentlichkeit in einem Schienennetz. Aus diesem Grund sind sie auch einer der wahrscheinlichsten Orte, an denen sich ein Unfall zwischen einem Zug und einem Fußgänger oder Fahrzeug ereignen kann. Daher ist der ordnungsgemäße Betrieb eines Bahnübergangs für die Aufrechterhaltung der Sicherheit und des Betriebs im Schienennetz unerlässlich.

1 Arten der Überwachung

Die Überwachung von Bahnübergängen gibt es in der einen oder anderen Form bereits seit über 20 Jahren und kann in zwei verschiedene Bereiche unterteilt werden: die Überwachung zu Wartungszwecken und die Überwachung zu juristischen Zwecken. Die Wartungsüberwachung wird eingesetzt, um nahezu in Echtzeit Daten über den Zustand der Bahnübergänge zu liefern und, je nach Funktionsumfang des Überwachungssystems, einen Mechanismus für die Alarmierung bei einer Verschlechterung der Anlagenleistung bereitzustellen. Bei modernen Wartungssystemen wird zunehmend nach einer Form der Vorhersage künftiger Ausfälle gestrebt, um die Fähigkeit der vorausschauenden Wartung weiter zu verbessern.

Die gerichtliche Überwachung wird in der Regel eingesetzt, um nachzuweisen, dass der Bahnübergang zum Zeitpunkt eines Zwischenfalls, z. B. eines Zusammenstoßes eines Fahrzeugs mit einer Schranke, ordnungsgemäß funktioniert hat. Bisher wurde dies durch die Überwachung der Kontrollsignale des Bahnübergangs und deren Aufzeichnung in einer Protokolldatei gewährleistet.

Einige Eisenbahnaufsichtsbehörden setzen voraus, dass diese Protokolldatei in einer von Menschen lesbaren Textdatei und auf einem Speichermedium bereitgestellt wird, das entnommen werden kann. In der Regel werden diese Medien im Rahmen der Untersuchung des Zwischenfalls „beschlagnahmt“ und von den Ermittlungsbehörden untersucht. Mit der Verfügbarkeit neuer Sensortypen und -ausführungen auf dem Markt kann eine größere Vielfalt von Parametern des Bahnübergangs überwacht werden. Dies bedeutet, dass der Zustand des Bahnübergangs besser bestimmt werden kann und der untersuchenden Behörde mehr Informationen zur Verfügung gestellt werden können. Die bestehenden Vorschriften müssen jedoch aktualisiert werden, damit Standarddateiformate wie das Bildkomprimierungsformat JPEG in die Protokolldateien aufgenommen werden können.

Die sich weiterentwickelnde Technologielandschaft führt dazu, dass ein solches System auch Datenquellen verarbeiten können muss, die normalerweise nicht mit dieser Art der Überwachung

This article discusses level crossing monitoring and the benefits and some of the problems that can arise during its installation and use. It also considers the evolving technical landscape as the technology used in level crossings is modernised. Level crossings represent one of the main interfaces between the railway and the public on a rail network. Because of this, they also represent one of the areas where an accident between a train and a pedestrian or vehicle is most likely to occur. Therefore, a level crossing's correct operations are essential in order to maintain safety and service levels on the rail network.

1 Types of monitoring

Level crossing monitoring has existed in some form or other for over 20 years and can be broken down into two distinct areas: monitoring for maintenance purposes and monitoring for judicial purposes. Maintenance monitoring is used to provide near real-time data on the level crossing's status and, depending on the complexity of the used monitoring system, an alarm mechanism to alert the user to any deterioration in asset performance. Modern maintenance systems are increasingly looking to provide some form of prognostic prediction of future failures in order to further enhance the predictive maintenance nature of the system.

Judicial monitoring is typically used to provide evidence as to the fact that the level crossing was operating correctly at the time of an incident, for example a vehicle collision with a barrier. Traditionally, this has been provided by monitoring the control signals at the level crossing and recording them in a log file. Some rail regulators require this log file to be provided in a human readable text file and on a removable storage medium. This media is typically "impounded" as part of an investigation into an incident and scrutinised by the investigating authority. A greater variety of level crossing parameters can be monitored as new sensor types and styles become available on the market. This means that it is possible to better determine the state of the level crossing and more information can be provided to the investigating authority. However, existing regulations will have to be updated in order to allow for standard file formats, such as the JPEG image compression format, to be included in the log files.

The evolving technology landscape now means that such systems might have to be able to accept data sources not normally associated with this type of monitoring. For example, most level crossings now have CCTV feeds that can be included in the event file when an incident or maintenance alarm is detected. Accurate timestamping and post event processing in the data logger are essential to prevent any superfluous data remaining on the server. The rollout of modern 4G communications now means that the data limits traditionally associated with large as-

in Verbindung stehen. Beispielsweise verfügen die meisten Bahnübergänge jetzt über Videoaufzeichnungen, die in die Ereignisdatei aufgenommen werden können, wenn ein Zwischenfall oder ein Wartungsalarm auftritt. Präzise Zeitstempel und die Nachbearbeitung von Ereignissen im Datenlogger sind wichtig, um zu verhindern, dass überflüssige Daten auf dem Server gespeichert werden. Die Verfügbarkeit der modernen 4G-Kommunikation bedeutet, dass die Datenbeschränkungen, die bislang mit der Überwachung großer Anlagen über ein GSM (2G) -System verbunden waren, nun keine Rolle mehr spielen. Dies bedeutet, dass dem Betreiber mehr Daten und Informationen zur Verfügung stehen als je zuvor.

Die mit der Überwachung verbundenen Sensoreinheiten müssen sorgfältig ausgewählt werden, um die sicherheitskritische Hauptsteuerungsfunktion des Bahnübergangs nicht zu beeinträchtigen. Herkömmlicherweise wurde dies mit nicht-invasiven Stromwandlern und Zusatzrelaiskontakten realisiert. Im Zuge der Modernisierung der Kontrolltechnologie für Bahnübergänge werden jedoch zusätzliche Techniken eingesetzt, darunter neue Arten von Sensoren wie drahtlose Neigungsmesser zur Messung des Schrankenwinkels, Kameras mit Bilderkennung sowie LiDAR- und Radarsensoren zur Objekterkennung.

Obwohl moderne Systeme immer leistungsfähiger werden und jetzt verschiedene Datenströme überwachen können, muss darauf geachtet werden, welche Daten für den Betreiber am nützlichsten sind. Wenn Daten komplex sind und ein hohes Maß an Fachwissen erfordern, um sie zu verbreiten, wird ihr Wert für den Endnutzer stark gemindert.

2 Typische Überwachungslösungen

Die Vielfalt von Bahnübergängen bedeutet, dass es sehr unwahrscheinlich ist, dass zwei Bahnübergänge identisch sind. Die Überwachungssysteme müssen ausreichend flexibel sein, um sich an die Gegebenheiten der Bahnübergangsanlage vor Ort anzupassen. So sind beispielsweise unterschiedliche Schrankenkonfigurationen, Schrankenarten und Steuerschaltungen in den meisten Schienennetzen üblich. Es gibt jedoch zahlreiche Gemeinsamkeiten zwischen den Bahnübergängen, was bedeutet, dass gemeinsame Funktionen überwacht werden können. Die meisten Bahnübergänge verfügen entweder über alle oder eine Auswahl der folgenden Elemente:

1. Straßenleuchten
2. Schranken
3. Akustische Warnvorrichtung
4. Steuerschaltungen

Durch die Möglichkeit, einen Teil oder alle der oben genannten Elemente zu überwachen, kann eine Überwachungslösung eingesetzt werden. Es sollte beachtet werden, dass das Überwachungssystem ein gewisses Maß an Intelligenz aufweisen muss, da lokale Vorschriften Einfluss auf die überwachten Daten haben können. So kann es beispielsweise erforderlich sein, dass die akustische Warnvorrichtung nachts mit geringerer Lautstärke arbeiten muss, wenn sie in einer städtischen Umgebung eingesetzt wird. Diese Art von Fachwissen ist bei der Installation des Überwachungssystems unerlässlich, um Fehlalarme zu vermeiden.

In der Regel überwacht ein Überwachungssystem die in der Tab. 1 aufgeführten Parameter.

Diese Messdaten werden in der Regel an einen zentralen Server wie den voestalpine ROADMASTER gesendet, der die notwendigen Alarm- und Warnmeldungen ausgibt und es dem Benutzer ermöglicht, die Informationen einzusehen, um gemeldete Störungen

Road lights	Current and flash rate
Barrier lights	Current
Barrier angle	Angle, barrier raise and lower timings
Barrier motor	Current, hydraulic pressure
Audible warning	Current
Relay / control circuitry	Logic
UPS / battery backup	Voltage, current

Tab. 1: Typische Parameter zur Überwachung

Tab. 1: Typical monitoring parameters Quelle / Source: voestalpine RXM solution

set monitoring on a GSM (2G) system are no longer an issue. This means that more data and information is available to the operator than ever before.

Sensor packs associated with monitoring have to be chosen carefully so as not to interfere with the level crossing's safety-critical primary control function. Traditionally, this has been achieved using non-invasive current transducers (CT) and spare relay contacts. However, as level crossing control technology is modernised, additional techniques are being utilised, including new types of sensors, such as wireless inclinometers for barrier angle measurements, cameras using image recognition and LiDAR and radar sensors for object detection.

Although modern systems are gaining in capability and are now able to monitor different data streams, care has to be taken with regard to what data is of most use to the operator. If the data is complex and requires a high level of expertise to process it, its value to the end user is greatly diminished.

2 Typical monitoring solutions

Due to the variety of level crossings, it is highly unlikely that two level crossings will be the same. Monitoring systems have to be flexible enough to cope with the local conditions at the level crossing's installation. For example, differing barrier configurations, barrier types and control circuitry are commonly found in most networks. However, there is a large amount of commonality between level crossings which means that common functions can be monitored. Most level crossings will contain either all or a subset of:

1. road lights
2. barriers
3. audible warnings
4. control circuitry

A monitoring solution can be deployed by providing the ability to monitor part of or the entire list set out above. It should be noted that the monitoring system must include a degree of intelligence as local regulations can influence the monitored data. For example, the audible warning system might have to operate at a lower volume at night, if installed in an urban environment. Such domain knowledge is essential when installing the monitoring system in order to avoid generating any false alarms. Typically, a monitoring system will monitor the parameters shown in tab. 1.

The data from these measurements is typically sent to a centralised server, such as the voestalpine ROADMASTER, which provides the necessary alarms and alerts and allows the user to view the information in order to better determine any reported faults and errors. The graphs in fig. 1 show a typical barrier profile from a dual-barrier system. The top graph shows that the barrier is suffering from a lot more disturbance than the barrier in the lower graph. The barrier damping at around 15° is clearly evident. It should

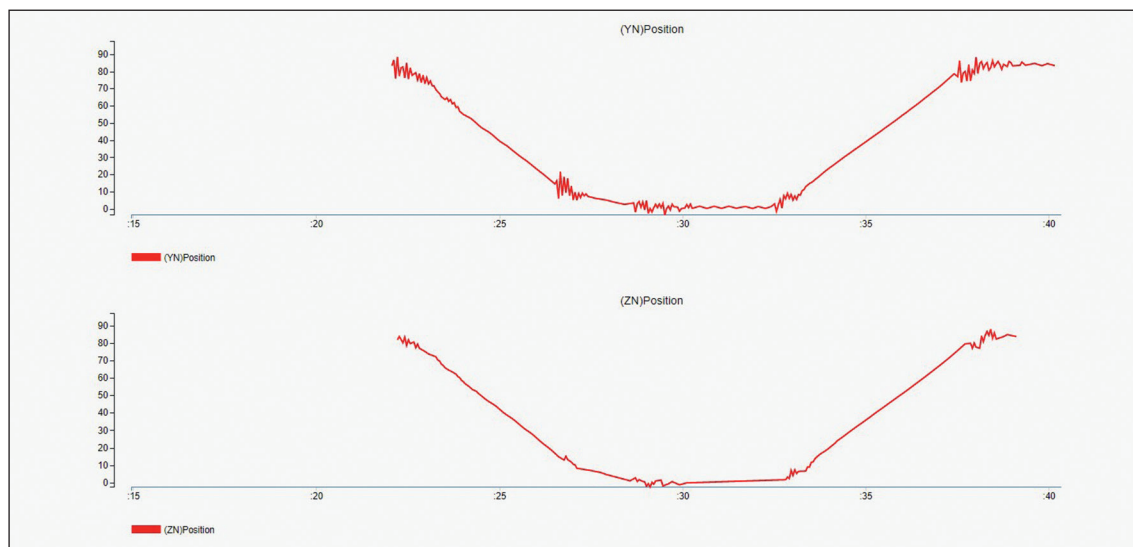


Bild 1: Schrankenwinkeldaten eines Absenk- und Anhebevorgangs bei einem System mit zwei Schranken

Fig. 1: Barrier angle data from a lower and raise event in a dual-barrier system Quelle (alle Bilder) / Source (all fig.): voestalpine RXM trial system

gen und Fehler besser bestimmen zu können. Beispiele für überwachte Daten siehe Bild 1.

Die Diagramme in Bild 1 zeigen ein typisches Schrankenprofil eines Systems mit zwei Schranken. Das obere Diagramm zeigt, dass die Schranke weitaus mehr Störungen aufweist als die Schranke im unteren Diagramm. Die Schrankendämpfung bei 15° ist deutlich zu erkennen. Es ist überdies zu beachten, dass die Durchfahrt des Zuges auch als Störung erkannt werden kann, wenn die Schranke abgesenkt ist.

Bild 2 zeigt, wie der Vergleich von zwei Datensätzen nützliche Informationen über den Betrieb des Bahnübergangs liefern kann. Die korrekte Funktion des Signals „Schranke AUF“ kann bestätigt werden, da das Signal „Schranke AUF“ auf AUS gesetzt wird, wenn die Schranke unter 80° gesenkt wird. Auf diese Weise kann der ordnungsgemäße Betrieb dieser Funktion aus der Ferne festgestellt und überprüft werden. Zusätzlich kann jede Zustandsänderung von der Überwachungssoftware erkannt und entsprechend eskaliert werden. Durch die Kombination mehrerer solcher Messungen lässt sich eine bessere Diagnose des Bahnübergangs durchführen.

Die Überwachung der Stromstärke des Schrankenmotors ermöglicht es dem Benutzer, Unterschiede visuell darzustellen und zu überwachen, um Fehlerzustände zu erkennen. Bild 3 zeigt die beiden Schrankenmotorprofile. Wie am Motorstrom zu erkennen ist, benötigt die obere Schranke zu Beginn der Schrankenbewegung mehr Kraft. Obwohl der Bahnübergang nach wie vor ordnungsgemäß funktioniert, zeigt sich durch die Profilveränderung ein vorzeitiger Verschleiß des Antriebssystems.

3 Vorteile und Tücken der Überwachung

Die Vorteile der Überwachung im Eisenbahnbereich sind bekannt, und für Anlagen wie Weichen und Gleisstromkreisen ist ihr Nutzen gut belegt. Auch Bahnübergänge können von einem solchen Ansatz profitieren, und im Laufe der Jahre wurden zahlreiche Versuche finanziert und durchgeführt, um diesen Ansatz zu unterstützen.

Ferner sollten Überlegungen darüber angestellt werden, was mit den überwachten Daten geschehen soll. Bei manchen Systemen sind die Kunden auf ein einziges System festgelegt, das in der Regel an einen einzigen Hersteller gebunden ist. Mit einem solchen System ist es üblicherweise nicht möglich, Daten an externe War-

also be noted that the passage of the train can be recognised as disturbance while the barrier is lowered.

Fig. 2 shows how the comparison of two data sets can provide useful information about a level crossing’s operation. The “Barrier UP” indication signal can be confirmed as working correctly, as the “Barrier UP” signal is set to OFF as soon as the barrier drops below 80°. This allows the correct operation of this feature to be determined and inspected remotely. In addition, any change of state can also be detected by the monitoring software and escalated accordingly. A better diagnostic for the level crossing can be achieved by combining several measurements, such as those already mentioned.

Monitoring the barrier motor current allows the user to visualise and monitor any differences in order to detect failure conditions. Fig. 3 shows both barrier motor profiles. As can be seen from the motor current, the top barrier is starting to require more force at the beginning of the barrier movement. Although the level crossing is still operating correctly, this change in the profile is starting to show premature wear in the drive system.

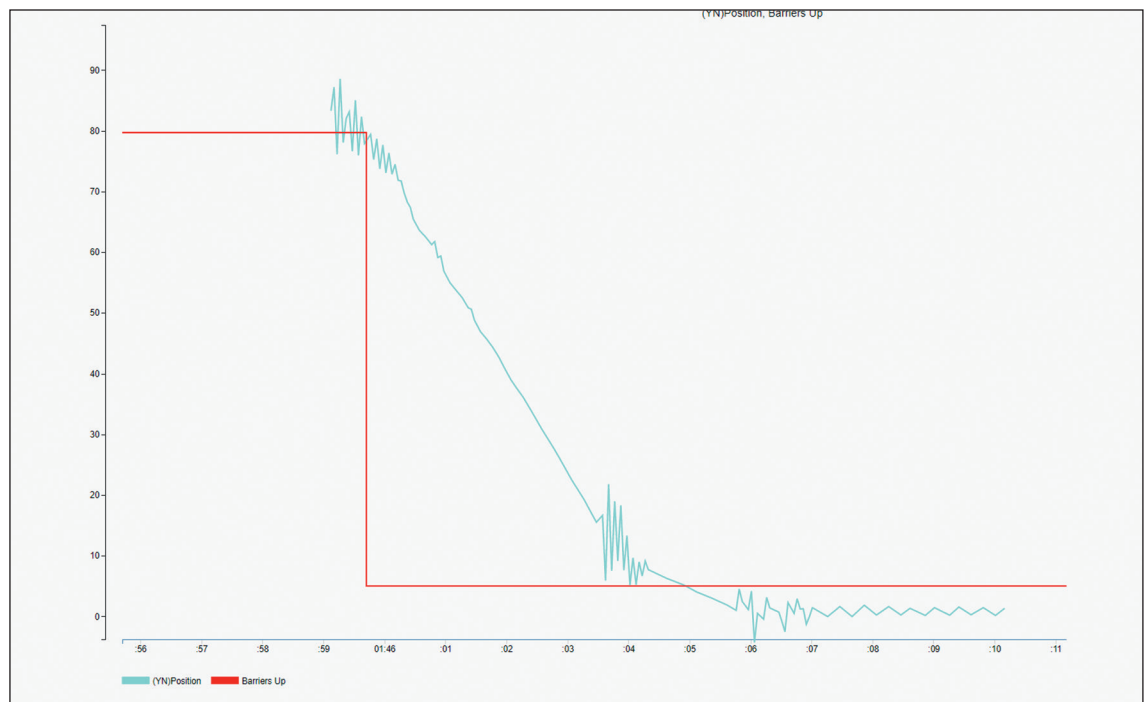
3 The benefits and pitfalls of monitoring

The benefits of monitoring are fully understood in the rail domain and its value is well established for assets such as points and track circuits. Level crossings can also benefit from such an approach and many trials have been funded and conducted over the years to support this.

Consideration should be given to what is to be done with the monitored data. Some systems lock customers into a single system that is normally tied to a single manufacturer. Such systems typically will not be able to export data to external maintenance systems or be fully supported throughout the complete life of the level crossing monitoring system. The monitoring software should therefore play a key role in the choice of the monitoring system. Features such as Application Programming Interface (API), reporting and data analytics need to be considered. Smaller manufacturers may not be able to fully support the latest advances in data analytics and predictive maintenance. Additionally, the rate of change in IT systems cannot be underestimated. It is likely that the hosting server will change several times during the life span of the monitoring system. Coupled with rapid changes in the cyber security environment, server

Bild 2: Schrankenwinkeldaten im Vergleich zum Kontrollsignal „Schranke AUF“

Fig. 2: The barrier angle data when compared to the "Barrier UP" control signal



tungssysteme zu exportieren, oder es wird während der gesamten Lebensdauer des Überwachungssystems für Bahnübergänge nicht vollständig unterstützt. Daher ist es notwendig, dass die Überwachungssoftware bei der Wahl des Überwachungssystems eine Schlüsselrolle spielt. Funktionen wie Application Programming Interface (API), Berichterstellung und Datenanalyse sollten auch in Betracht gezogen werden. Kleinere Hersteller sind möglicherweise nicht in der Lage, die neuesten Fortschritte bei der Datenanalyse und der vorausschauenden Wartung in vollem Umfang zu unterstützen. Hinzu kommt, dass die Geschwindigkeit bei der Weiterentwicklung von IT-Systemen nicht unterschätzt werden darf; es ist wahrscheinlich, dass der Hosting-Server während der Lebensdauer des Überwachungssystems mehrmals gewechselt wird. In Verbindung mit den rasanten Veränderungen in der Cybersicherheitslandschaft kann die serverbasierte Überwachungssoftware der erste Teil eines Überwachungssystems sein, der veraltet ist, lange bevor die Überwachungshardware am Bahnübergang installiert wird.

Auch die Position der Sensoren kann sich als Herausforderung erweisen. Die Anbringung eines Schrankenwinkelsensors an der Spitze der Schranken liefert beispielsweise genauere Informationen über den Schrankenwinkel als ein Sensor, der am Gegengewicht auf dem Sockel angebracht ist. Die Anbringung des Sensors an der Spitze der Schranken birgt jedoch ein größeres Risiko der Beschädigung durch Fahrzeuge. Sollte die Schranke von einem Fahrzeug abgefahren werden, kann der Sensor den Zusammenstoß aufzeichnen und das System das Wartungsteam benachrichtigen. Der Sensor muss jedoch nach dem Aufprall auf seine Funktionstüchtigkeit überprüft und möglicherweise ausgetauscht werden, da er bei dem Zusammenstoß beschädigt worden sein könnte. Die Kosten-Nutzen-Analyse für die Platzierung der Sensoren hängt vom Standort der Schranke, den Kosten für die Sensoren, der Installations- und Inbetriebnahmedauer usw. ab.

Außerdem muss berücksichtigt werden, dass es schwierig ist, etwas zu überwachen, das für das menschliche Auge leicht zu erkennen ist, z. B. Schilder. Ein Inspektionsteam kann verdeckte Schilder während einer Inspektion leicht erkennen, und obwohl dasselbe

based monitoring software can be the first part of a monitoring system to become obsolete, long before the monitoring hardware installed at the level crossing.

Sensor location can also prove a dilemma. For example, fitting a barrier angle sensor to the tip of the boom provides better detail of the barrier angle than a sensor fitted to the counter weight on the pedestal. However, fitting the sensor to the boom tip exposes it to greater risk of damage from vehicles. If the boom is hit by a road vehicle, the sensor will be able to record the collision and the system can therefore notify the maintenance team. However, the sensor will have to be checked to see that it is operating correctly and possibly be replaced following the collision, as it could have suffered damage. The cost benefit analysis for the sensor placement will be different depending on the barrier location, sensor cost, installation and commissioning time etc.

Another consideration involves the difficulties of monitoring something easily detectable by the human eye, for example, signage. An inspection team can easily identify obscured signs during an inspection and even though the same result can also be achieved with a camera system, problems frequently arise with camera placement. The ideal spot for a camera would likely be on land not owned by the rail network company and the legal aspects of obtaining permission should not be underestimated. Additionally, the use of camera systems is often complicated by local regulations, the privacy concerns of the public, power supplies and the installation of sensor packs. This illustrates the unexpected complications that can arise.

Conversely, a computer can monitor some parameters more effectively than a human would be able to. For example, a computer can calculate the flash rate of a road lamp with a better degree of accuracy. Therefore, the use of a monitoring system to measure this aspect would provide a better measurement than a human inspection team.

As track access becomes ever more constrained in the modern rail environment, opportunities to reduce worker risk and monitor equipment remotely are becoming increasingly popular.

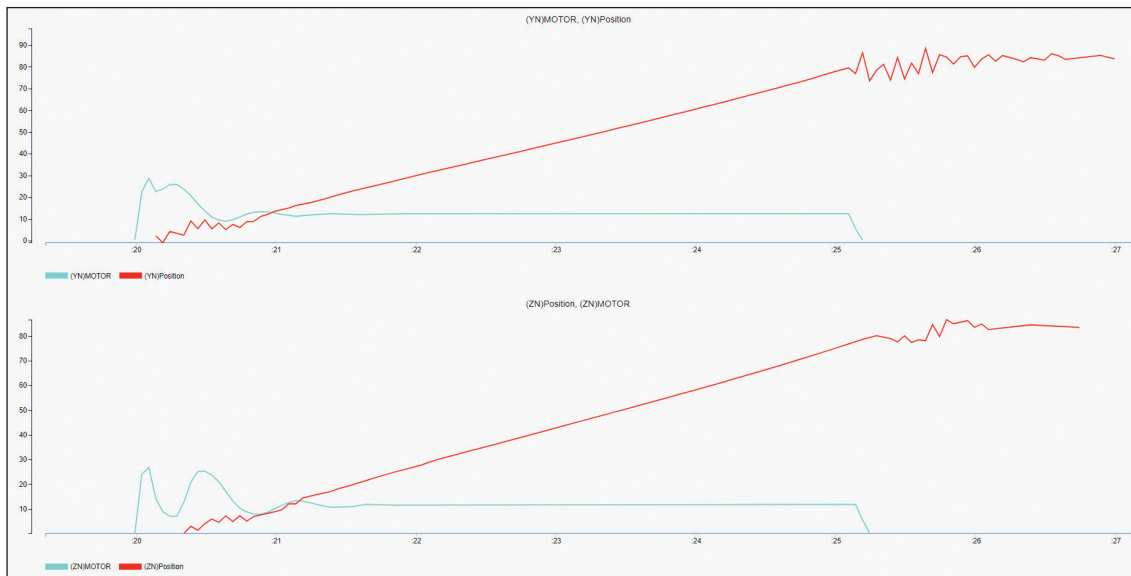


Bild 3: Stromstärke des Schrankenmotors für einen Anhebevorgang bei einem System mit zwei Schranken
 Fig. 3: The barrier motor current for a raise event in a dual-barrier system.

mit einem Kamerasystem erreicht werden kann, entstehen Probleme bei der Positionierung der Kamera. Der ideale Standort für eine Kamera könnte auf einem Grundstück liegen, das nicht im Besitz der Bahngesellschaft ist. Dabei sind die rechtlichen Aspekte der Einholung einer Genehmigung nicht zu unterschätzen. Bei Kamerasystemen erschweren zudem örtliche Vorschriften, Bedenken hinsichtlich der Privatsphäre der Öffentlichkeit, die Stromversorgung und die Installation von Sensoreinheiten die Situation noch zusätzlich. Dies verdeutlicht die Komplikationen, die unerwartet auftreten können.

Umgekehrt können einige Parameter von einem Computer besser überwacht werden als von einem Menschen. Ein Computer kann beispielsweise die Blinkfrequenz einer Straßenlaterne mit größerer Genauigkeit berechnen als ein Mensch. Der Einsatz des Überwachungssystems zur Messung dieses Aspekts würde daher eine bessere Messung ermöglichen als ein menschliches Inspektionsteam. Da der Zugang zu den Gleisen im modernen Schienenverkehr immer stärker eingeschränkt ist, werden Möglichkeiten zur Verringerung des Arbeitsrisikos und zur Überwachung aus der Ferne immer beliebter. Die Eisenbahnbehörden erwägen allmählich, wie die Vorteile der ständigen Überwachung dazu führen können, dass Umfang und Häufigkeit der Inspektionen verringert oder mit anderen Inspektionsaufgaben im Eisenbahnnetz kombiniert werden können.

Es ist jedoch höchst unwahrscheinlich, dass die Fernüberwachung eine vollständige Inspektion ersetzen kann. Die Überwachung ermöglicht jedoch eine gründlichere Inspektion von Bahnübergängen, da einige Aspekte sehr detailliert überprüft werden können. Eine sorgfältige Prüfung der Überwachungs- und Inspektionsroutinen könnte neben betrieblichen Einsparungen auch die Sicherheit der Gleisarbeiter verbessern.

4 Erwägungen bei der Installation

Es ist sehr wahrscheinlich, dass während der 15-20-jährigen Lebensdauer des Überwachungssystems bestimmte Elemente des Bahnübergangs nach der Installation des Überwachungssystems aktualisiert werden. Ein gutes Beispiel dafür ist die Umstellung auf LED-Leuchten für Schranken- und Straßenbeleuchtung. Der viel geringere Stromverbrauch einer LED im Vergleich zu einer herkömmlichen Halogenlampe könnte falsche Wartungsmel-

Rail authorities are beginning to consider how the benefits of continuous monitoring mean that the level and frequency of inspections could be reduced or combined with other inspection duties carried out on the railway.

However, it is highly improbable that remote monitoring could ever completely replace a full inspection. Monitoring does allow more thorough inspections of level crossings, given the detail in which some aspects are monitored. Careful consideration of monitoring and inspection routines could provide improved track worker safety benefits alongside operating savings.

4 Installation considerations

It is highly likely that certain level crossing elements will be updated throughout the 15-20 year lifespan of the monitoring system after its installation. A good example of this involves the switch to LEDs for barrier and road lights. The much lower current consumed by an LED compared to a traditional halogen bulb could trigger false maintenance alerts in the monitoring system. It should also be noted that a loss of current in a single LED might be so minor that it would not be measurable by the current sensor. It might become necessary to replace the sensor used to monitor lighting currents in order to maintain the level of monitoring. Correct sensor choice should also consider the impact of any future enhancements and upgrades to the level crossing in order to ensure that any such changes do not require significant reworking of the installed cabling.

Retrofit systems are readily available, but the age of the crossing infrastructure can cause problems for retrofittable systems, as most level crossings have been installed for many years. Wired sensors might need to be routed through cable ducts that are in a poor state of repair (collapsed cable ducts are not uncommon in older installations) and require many additional man-hours to install.

Wireless sensors can aid the installation, but the battery life (or lack thereof) can add significant costs to the level crossing maintenance. Electromagnetic Compatibility (EMC) considerations also have to be understood as wireless sensors can interfere with older equipment and also completely occupy a frequency range thus preventing other equipment from operating. The aforementioned considerations should also be taken into account, when choosing a solution.

Homepage publication unlimited approved for voestalpine Signaling / Rights for individual downloads and printouts for visitors to the pages approved by DVV Media Group GmbH

dungen im Überwachungssystem auslösen. Es ist auch zu beachten, dass die Stromreduzierung bei einer einzelnen LED so gering sein kann, dass die Stromstärke vom Stromsensor nicht gemessen werden kann. Es könnte erforderlich sein, den Sensor zur Überwachung der Beleuchtungsstromstärke zu ersetzen, um den Überwachungsgrad aufrechtzuerhalten. Bei der Wahl des richtigen Sensors sollten auch die Auswirkungen künftiger Verbesserungen und Erweiterungen des Bahnübergangs berücksichtigt werden, um sicherzustellen, dass solche Änderungen keine erheblichen Nacharbeiten an der installierten Verkabelung erfordern.

Nachrüstsysteme sind ohne Weiteres erhältlich, und da die meisten Bahnübergänge schon vor vielen Jahren installiert wurden, kann das Alter der Infrastruktur des Bahnübergangs ein Problem für nachrüstbare Systeme darstellen. Verdrahtete Sensoren müssen unter Umständen durch Kabelkanäle verlegt werden, die sich in einem schlechten Zustand befinden (eingefallene Kabelkanäle sind bei älteren Anlagen keine Seltenheit) und deren Installation viele zusätzliche Arbeitsstunden erfordert.

Drahtlose Sensoren können die Installation erleichtern, aber die Batterielebensdauer (oder das Fehlen einer solchen) kann die Kosten für die Wartung der Bahnübergänge erheblich erhöhen. Auch Überlegungen hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) müssen berücksichtigt werden, da drahtlose Sensoren ältere Geräte stören und einen Frequenzbereich vollständig besetzen können, der den Betrieb anderer Geräte verhindert. Bei der

Most retrofit systems are aimed at older relay controlled level crossings. However, more modern Programmable Logic Controller (PLC) based systems can also be monitored by a 3rd party system. A modern monitoring system should be able to receive a serial data feed (typically a Modbus supplied by an RS485) from the PLC. Some additional techniques can also supplement this type of information such as the use of modern low-current, split jaw current transducers to monitor digital outputs.

It should also be recognised that the data acquisition equipment utilised in a monitoring system can introduce a single point of failure to the level crossing system. Some data acquisition system manufacturers rely on rail system designers to ensure that safety functions are not compromised during sensor installs. Most systems claim to be safe, but care should be given to monitoring system selection in order to ensure that a safety case can be maintained.

Monitoring a level crossing allows every operation to be completely monitored in detail. This then allows an indication of asset health to be determined. It is possible to analyse the asset health and any degradation can be reported to the maintenance teams. Correct use of the system can improve the overall availability of the level crossing as any deterioration in the asset can be seen by the monitoring system and the maintenance teams can intervene before any asset failure occurs. Additionally, the sudden failure of part of the level crossing can also be detected

www.pintsch.net



System solutions for rail infrastructure

- Level Crossing Technology
- Axle Counting Technology
- Interlocking Technology
- Shunting Technology
- Digitization & Diagnostics, Service



Auswahl einer Lösung sollten die oben genannten Überlegungen also ebenfalls berücksichtigt werden.

Die meisten Nachrüstsysteme sind für ältere relaisgesteuerte Bahnübergänge bestimmt. Die moderneren SPS-basierten Systeme (speicherprogrammierbare Steuerung, SPS) können jedoch auch von einem System eines Drittanbieters überwacht werden. Ein modernes Überwachungssystem sollte in der Lage sein, serielle Daten von der SPS zu empfangen (typischerweise Modbus über eine RS485-Schnittstelle). Einige zusätzliche Techniken können diese Art von Informationen ergänzen, wie z. B. die Verwendung von modernen Stromwandlern mit geteiltem Kern zur Überwachung digitaler Ausgänge.

Es sollte auch beachtet werden, dass die in einem Überwachungssystem verwendete Datenerfassungsausrüstung zu einer einzelnen Fehlerstelle im Bahnübergangssystem führen kann. Einige Hersteller von Datenerfassungssystemen vertrauen darauf, dass die Konstrukteure von Schienensystemen sicherstellen, dass die Sicherheitsfunktionen bei der Installation von Sensoren nicht beeinträchtigt werden. Die meisten Systeme gelten als sicher, doch sollte bei der Auswahl der Überwachungssysteme darauf geachtet werden, dass ein Sicherheitsnachweis erbracht werden kann. Bei der Überwachung eines Bahnübergangs kann jeder Vorgang vollständig und detailliert überwacht werden. Auf diese Weise lässt sich der Zustand der Anlage ermitteln. Der Zustand der Anlage kann dann analysiert und jede Verschlechterung an die Wartungsteams gemeldet werden. Durch die korrekte Nutzung des Systems ist es möglich, die Gesamtverfügbarkeit des Bahnübergangs zu verbessern, da eine Verschlechterung der Anlage durch das Überwachungssystem erkannt werden kann und die Wartungsteams imstande sind einzugreifen, bevor es zu einem Ausfall der Anlage kommt. Außerdem kann ein plötzliches Versagen eines Elements des Bahnübergangs erkannt werden (z. B. wenn sich eine Schranke nicht hebt oder senkt), und ein Wartungsteam kann zur Inspektion und Behebung der Störung entsandt werden, im Idealfall, bevor ein Mitglied der Öffentlichkeit Alarm auslöst. Ein Wartungsüberwachungssystem mit Fernzugriff bietet zudem die Möglichkeit, dass das zum Einsatzort entsandte Inspektionsteam mit der Analyse der Störung beginnen kann, bevor es vor Ort eintrifft. Bei älteren Systemen kommt es auch häufig vor, dass eine Störung durch den anschließenden Betrieb des Bahnübergangs behoben wird. Die Überwachung ermöglicht es dem Inspektionsteam, den Fehler zu untersuchen, auch wenn der Fehler bei Eintreffen noch nicht vorhanden ist, und die Ursache zu ermitteln, ohne darauf warten zu müssen, dass der Bahnübergang erneut ausfällt.

5 Schlussfolgerung

Die Überwachung eines Bahnübergangs bietet viele Vorteile. Die Verbesserung der Anlagenverfügbarkeit und die Kostenreduzierung durch weniger Ausfälle lassen sich leicht durch eine Lebenszykluskostenanalyse nachweisen. Wenn der Betreiber das Ausmaß der Überwachung nachvollziehen kann und die Wartungsteams so geschult werden, dass sie die Vorteile in vollem Umfang nutzen können, bietet die Überwachung das Potenzial, die Lebensdauer und Verfügbarkeit des Bahnübergangs erheblich zu verlängern. Es ist zwingend sicherzustellen, dass die Sicherheit des Bahnübergangs nicht beeinträchtigt wird, und es muss berücksichtigt werden, wie das System während seiner Lebensdauer weiterentwickelt und gewartet werden soll. Durch die Zusammenarbeit mit einem Anbieter, der Erfahrung mit der Überwachung von Bahnübergängen hat, können viele der zuvor beschriebenen Probleme vermieden werden. ■

(for example, if a barrier fails to raise or lower) and a maintenance team can be sent to inspect and remedy the failure. This also prevents the potentially embarrassing situation where the first the operator knows about a fault is when it is reported by a member of the public. Additionally a maintenance monitoring system that allows remote access means that the work team sent to the site can start analysing the failure before arriving there. It is also quite common in older systems that a fault is rectified by the level crossing's subsequent operation. Monitoring allows the fault team to investigate the error, even if the fault is still not present when they arrive, and to find the root cause without having to wait for the crossing to fail again.

5 Conclusion

Level crossing monitoring can provide many benefits. The improvement in asset availability and cost reductions can be easily established by means of a life cycle cost analysis due to less breakdowns. Monitoring has the potential to add significantly to the lifespan and availability of the level crossing, provided the operator understands the extent of the monitoring and training is provided in order to allow the maintenance teams to take full advantage of the benefits.

Care must be taken to ensure that level crossing safety is not compromised, while consideration must also be given to how the system will evolve and be maintained throughout its system life. Working with a supplier experienced in level crossing monitoring allows many of the issues described above to be avoided. ■

LITERATUR | LITERATURE

- [1] https://eprints.soton.ac.uk/365715/1/Le_Pen_Level_crossing_2014.pdf
- [2] https://ec.europa.eu/transport/road_safety/topics/infrastructure/level_crossing_en
- [3] https://ec.europa.eu/transport/road_safety/topics/infrastructure/level_crossing_en
- [4] https://ec.europa.eu/transport/road_safety/topics/infrastructure/level_crossing_en
- [5] https://www.researchgate.net/publication/262859782_New_methods_for_the_condition_monitoring_of_level_crossings
- [6] <https://www.rssb.co.uk/en/what-we-do/insights-and-news/blogs/the-rail-sector-and-the-national-digital-twin>
- [7] <https://eandt.theiet.org/content/articles/2017/03/6-400-more-train-services-per-week-by-2021-according-to-rail-research/>
- [8] <https://www.rssb.co.uk/en/safety-and-health/leading-health-and-safety-on-britains-railway/level-crossings>
- [9] <https://www.voestalpine.com/railway-systems/en/products/rxm-rail-crossing-monitoring/>

AUTOR | AUTHOR

Rhys Jones

Vice President – R&D Engineering
voestalpine Signaling UK Ltd.

Anschrift/Address: Unit 1, Fulcrum 4, Whiteley, UK-PO15 7FE Fareham
E-Mail: rhys.jones@voestalpine.com