

Neue Anwendungen durch Kommunikation von Achszählern über offene Netzwerke

Stefan Lugschitz / Christian Pucher

Netzwerkfähige Systeme kommen heute vermehrt in der Eisenbahnsicherungs-technik zum Einsatz. So lassen sich neue Anwendungsmöglichkeiten, wie dezentrale Konzepte und Datenübertragung über Netzwerke kostengünstig realisieren. Betreiber und Systemintegratoren profitieren von zahlreichen Vorteilen wie flexible Architekturen, Verwendung bestehender oder öffentlicher Netze sowie dem Austausch zusätzlicher Daten über die Frei/Besetzt-Meldung hinaus. Dieser Artikel gibt einen Überblick zu entsprechenden Netzwerken und zeigt aktuelle Praxisbeispiele zur Zuverlässigkeit dieser neuen Systeme.

1 Übertragungsmedien

Bei der Achszähltechnik setzt sich die Kommunikation im Wesentlichen aus der Verbindung innerhalb einer Achszählanlage sowie jener mit einer übergeordneten Anlage – wie einem Stellwerk – zusammen. Die in diesem Kapitel betrachteten Übertragungsmedien beziehen sich auf beide Kommunikationswege.

Es existieren zudem Systeme, bei denen die interne Kommunikation des Achszählers über modernste Netzwerktechnik verläuft, deren Anbindung an das übergeordnete System aber mit Relais-technik erfolgt. Oft handelt es sich dabei um kleine Anlagen, bei denen der Aufwand für die Implementierung eines sicheren Protokolls größer wäre als jener für die Installation zusätzlicher Hardware zur Realisierung einer Relaisanschaltung.

1.1 Übertragungsmöglichkeiten durch offene Netzwerke

Die meisten Bahnbetreiber bieten inzwischen eine bestehende IT-Infrastruktur an, die für verschiedene Dienste eingesetzt werden kann. Aber auch über bereits vorhandene Kupferleitungen ist es möglich, standardisierte Protokolle zu übertragen. Somit können Leitungen, die ursprünglich nur für eine einzelne Aufga-

be vorgesehen waren, zur Erfüllung mehrerer Dienste gleichzeitig eingesetzt werden.

Anstelle der exklusiven Beanspruchung von Leitungen für jeden Achszähler kann eine neu geschaffene oder bereits bestehende Leitung für die gesamte Achszählung sowie eine breite Palette weiterer Dienste verwendet werden.

Steht kein eigenes Netzwerk des Bahnbetreibers zur Verfügung, kann auch ein öffentliches Netz verwendet werden. Diese zwar in der Herstellung der Datenverbindung günstige Alternative bringt aber leider auch einige Nachteile mit sich, welche in Kapitel 1.3 des vorliegenden Artikels genauer beschrieben werden.

1.2 Anforderungen an die Infrastruktur

Je nach verwendetem Protokoll und den jeweiligen Schutzmaßnahmen muss das Netzwerk einer bestimmten Kategorie gemäß der EN 50159 entsprechen.

Kategorie 1	Maximale Anzahl der Teilnehmer und die Eigenschaften des Übertragungssystems sind bekannt und festgelegt. Nicht autorisierter Zugriff ist ausgeschlossen.
Kategorie 2	Maximale Anzahl der Teilnehmer und die Eigenschaften des Übertragungssystems sind nicht festgelegt. Nicht autorisierter Zugriff ist ausgeschlossen.
Kategorie 3	Maximale Anzahl der Teilnehmer und die Eigenschaften des Übertragungssystems sind nicht festgelegt. Nicht autorisierter Zugriff ist möglich.

Kategorie 1 definiert ein geschlossenes Übertragungssystem. Offene Übertragungssysteme werden in Kategorie 2 oder 3 eingeordnet.

Bei der Konfiguration des Übertragungsprotokolls wird eine maximale Verzögerung (Delay) des Netzwerks angenommen bzw. festgelegt. Wird die Verzögerung im Netzwerk durch das Über-

tragungsprotokoll gemessen, so ist die Round-Trip-Time maßgeblich.

Das verwendete Netzwerk muss die benötigte Bandbreite jederzeit zur Verfügung stellen. Bei ereignisorientierten Protokollen hängt die Datenrate mit der Frequenz der Ereignisse und einem Life-Intervall zusammen. Bei zyklischen Protokollen hingegen ist die Datenrate unabhängig von einer Ereignisfrequenz. Hier ist das Übertragungsintervall ein bestimmender Faktor für die Datenrate. Die erreichbare Fehleroffenbarungszeit (Timeout) hängt vom maximal erlaubten Delay und einem (Life-)Intervall ab.

Je nach erforderlicher Verfügbarkeit des Achszählsystems ergeben sich auch Anforderungen an die Verfügbarkeit des Übertragungsnetzwerkes. Da mit einem einzelnen Netzwerk hier oft nicht die erforderlichen Werte erreicht werden, wird bei Bedarf eine redundante Übertragung der Daten projektiert.

1.3 Überblick zu offenen Netzen

Nach der Darstellung der Übertragungsmöglichkeiten sowie der Anforderungen an die Übertragungsnetzwerke werden im Folgenden die wichtigsten Übertragungsmedien beschrieben.

Bahn-Ethernet

Große Infrastrukturbetreiber von Hauptbahnen verfügen meist über ein eigenes, internes Netzwerk. Dieses kann typischerweise in die Kategorie 2 der EN 50159 eingeordnet werden.

In jedem Fall ist bei der Nutzung dieses Netzwerks darauf zu achten, dass der notwendige Zugriffsschutz gewährleistet wird. Der Vorteil dieses Netzes ist, dass keine Kosten für separate Leitungen anfallen. Weiterhin ist es möglich, die für den Betrieb notwendigen Eigenschaften wie Bandbreite und Delay sicherzustellen.

Lichtwellenleiter (LWL)

Ein exklusives Lichtwellenleiterpaar bietet beste Bedingungen bezüglich Band-

breite und Latenz. Dieses Übertragungsmedium lässt sich grundlegend auch als Kategorie 1 klassifizieren. Stuft man es aber in der Kategorie 2 ein, behält man den Vorteil, die Architektur – etwa aus Gründen notwendiger Netzwerkredundanz – später ändern zu können. Auch der Anschluss weiterer Teilnehmer, die zuvor noch nicht bekannt waren, ist somit einfach zu bewerkstelligen.

2-Draht-Kupfer

Werden bestehende Anlagen ersetzt oder wird eine Strecke erst mit Achszählern aufgerüstet, steht oft nur eine 2-Draht-Kupferleitung zur Verfügung. Mittels DSL-Technik ist es möglich, Ethernet-Daten auch auf diesem Weg zu übertragen. Verglichen mit oben beschriebenem LWL bietet eine Kupferleitung allerdings weniger Bandbreite bei größerem Delay. Auch die mögliche Reichweite ist beschränkt.

ADSL

Hat man keine eigenen Leitungen für die Datenübertragung zur Verfügung, kann (wie in Abschnitt 1.1 des vorliegenden Artikels bereits angedeutet) auch auf öffentliche Datennetze ausgewichen werden. Meist werden dabei DSL-Technologien – wie ADSL – eingesetzt. Im Regelfall handelt es sich dabei um Netzwerke der Kategorie 3, bei denen ein zusätzlicher Schutz gegen nicht autorisierten Zugriff auf das Übertragungssystem notwendig ist. Da der Betrieb dieses Übertragungssystems nicht mehr im eigenen Verantwortungsbereich liegt, gilt es zudem, eine eingeschränkte Verfügbarkeit einzukalkulieren.

UMTS

Eine Verbindung über UMTS wird ebenfalls der Kategorie 3 zugeordnet. Da sich in diesem Fall eine unbekannte Anzahl öffentlicher Teilnehmer die Bandbreite teilt, können häufig Kommunikationsprobleme auftreten.

Weitere Medien

Bei reduzierten Anforderungen haben, neben den oben angeführten Netzwerken, auch weitere Medien wie WLAN oder Betriebsfunk durchaus ihre Berechtigung.

2 Serielle Anbindung von Achszählern an übergeordnete Systeme

Gegenüber hardware-basierten Schnittstellen ermöglicht ein modernes Interface mittels seriellem Protokoll zusätzlich zur Ausgabe von „Frei/Besetzt“ oder „Grundstellung“ den Austausch einer Reihe weiterer Informationen wie Richtung, Diagnose, Geschwindigkeit etc. Die Netzwerkanbindung und die flexible Konfiguration des Achszählensystems eröffnen hier nahezu unbegrenzte Möglichkeiten für den Datentransfer. Darüber hinaus bieten diese Schnittstellen Einsparungsmöglichkeiten bei der Vernetzung von Stellwerk und Achszählung: So werden etwa weniger Hardware-Komponenten benötigt, woraus ein geringerer Platz- und deutlich weniger Verdrahtungsaufwand resultiert [1] (Bild 1).

Da das Übertragungssystem in der Regel verschiedensten Bedrohungen ausgesetzt ist, besteht die Notwendigkeit, mittels eines geeigneten Protokolls die in der EN 50159 angeführten Nachrichtenfehler aufzudecken. In der Vergangenheit wurden zahlreiche Protokolle entwickelt, welche die entsprechenden Sicherheitsmerkmale enthalten. Dabei gilt es, zwischen standardisierten und proprietären Protokollen zu unterscheiden.

Die standardisierten Protokolle (wie UNISIG, Subset-098 oder RaSTA) sind meist sehr komplex, sodass eine Implementierung mit hohem Aufwand verbunden ist.

Proprietäre Protokolle existieren sowohl in einfachen als auch komplexen Varianten. Sie wurden ursprünglich häufig für ein anderes Übertragungsmedium entwickelt und erst später für Ethernet adaptiert. Aus diesem „Wachstum“ ergibt sich oft unnötiger Overhead, der mittransportiert wird. Proprietäre Protokolle haben weiterhin den Nachteil, dass zwar eine Spezifikation vorhanden ist, bei der Implementierung aber zusätzlich nicht dokumentierte Sachverhalte zu beachten sind. Das Hauptproblem stellen hier aber die Rechte dar, dieses Protokoll überhaupt implementieren und verwenden zu dürfen.

Hat ein Systemintegrator ein eigenes, sicheres Protokoll implementiert, mit dem er die Kommunikation zwischen den Stellwerken oder zu den Feldelementen realisiert, so ist die Anbindung des Achszählers über eben dieses Protokoll für ihn die einfachste und beste Lösung.

2.1 Frauscher Safe Ethernet (FSE)

Für mittelständische Systemintegratoren, die über kein eigenes Protokoll verfügen, rechnet sich der Aufwand für die Entwicklung eines Protokolls bzw. einer Implementierung eines Standardprotokolls nicht. Als unabhängiger Anbieter von Raddetektions- und Achszählensystemen ist es für Frauscher von strategischer Bedeutung, mit allen Systemherstellern und Integratoren signaltechnisch sicher über Softwareschnittstellen kommunizieren zu können.

Bereits vor einigen Jahren wurde ein eigenes Entwicklerteam im Unternehmen gebildet, welches sich ausschließlich mit diesem spezifischen Thema beschäftigt. Frauscher entwickelte speziell für die Anforderungen der Kommunikation zwischen Achszähler und einer übergeordneten signaltechnischen Einrichtung ein eigenes sicheres Protokoll: Frauscher Safe Ethernet (FSE).

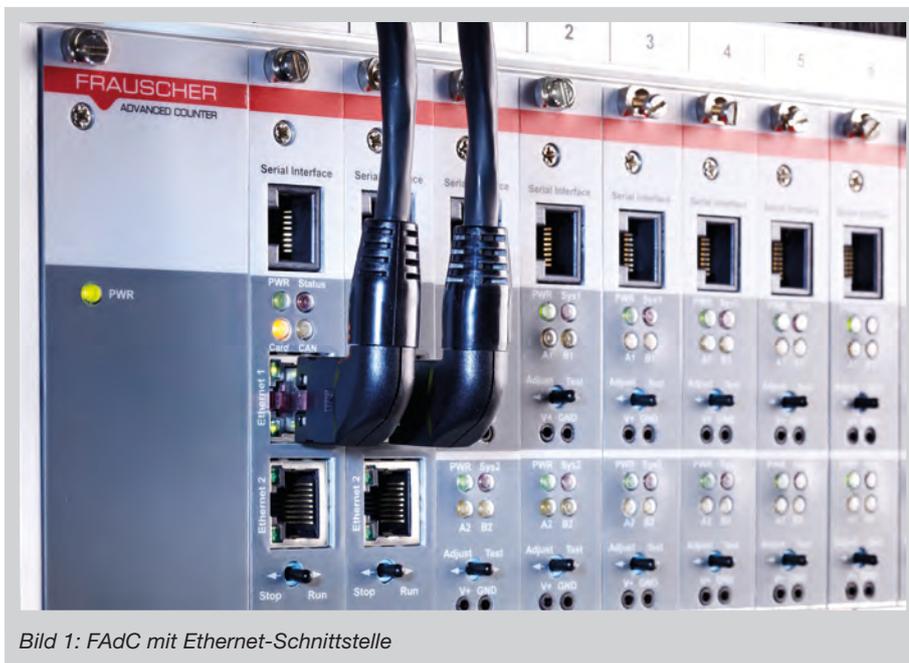


Bild 1: FAdC mit Ethernet-Schnittstelle

Dieses frei verfügbare Protokoll ermöglicht die Kommunikation unterschiedlicher Systeme, ohne dabei die Option der Übertragung zusätzlicher Informationen auszuschließen. Um den im vorliegenden Beitrag erarbeiteten Kriterien Rechnung zu tragen, wurden die Entwicklungsziele wie folgt definiert:

- möglichst geringe Komplexität
- geeignet zur Verbindung von sicherheitsrelevanten Einrichtungen mit SIL4
- geeignet für alle Netzwerke der Kategorien 1 und 2
- möglichst geringer Implementierungsaufwand
- Protokoll soll auch für andere Anwendungen einsetzbar sein
- für redundante Übertragung geeignet.

Gutachten bestätigen fehlersichere Funktionsweise

Ein wesentliches Projektziel in der Entwicklung des FSE-Protokolls war die fehlersichere Funktionsweise nach CENELEC und SIL4. Somit sollte die Einsatzfähigkeit im Umfeld sicherheitsrelevanter Einrichtungen garantiert werden. Diverse Gutachten bestätigen die entsprechenden Eigenschaften des Frauscher Safe Ethernet Protokolls.

Minimierung des Integrationsaufwandes

Frauscher stellt dieses offene Protokoll kostenlos zur Verfügung und unterstützt die Anwender bei der Implementierung mit praxishilfreichem Know-how. Der geringe Implementierungsaufwand ergibt sich aufgrund der niedrig gehaltenen Komplexität sowie der Unterstützung durch folgende Maßnahmen:

- Bereitstellung der Protokollspezifikation
- Bereitstellung von Auszügen aus dem Sourcecode einer Referenzimplementierung
- Bereitstellung eines Simulators
- Bereitstellung einer Testspezifikation.

Da mittels FSE beliebige Anwendungsdaten übertragen werden können, ist der Einsatzbereich nicht auf Achszählinformationen beschränkt. Somit steht mit einer einmaligen Implementierung eine Kommunikationsbasis für verschiedene Fälle zur Verfügung.

Technische Merkmale

Im FSE-Protokoll werden Datenpakete zyklisch in beide Richtungen gesendet. Da jedes Paket die gesamte Information enthält, ist es nicht notwendig, verloren gegangene Daten zu wiederholen.



Bild 2: Modular-Signalling-Projekt: Object-Controller-Schrank entlang der Strecke

Die Adressierung erfolgt über 32-Bit-Source- und Destination-IDs. Damit können über 4 Milliarden Teilnehmer adressiert werden. Über 8-Bit-Portnummern kann zusätzlich eine Subadressierung innerhalb eines Kommunikationsteilnehmers vorgenommen werden. Dadurch kann jeder Teilnehmer mehrere Kommunikationskanäle nach außen aufbauen.

Die Überwachung der Round-Trip-Time (Timeout), der Sequenz und die Erkennung wiederholter Nachrichten erfolgen mit 32-Bit-TX- und RX-Timestamps. Damit ist es auch möglich, Daten ohne die Einbindung eines zusätzlichen Mechanismus redundant zu übertragen. Die Timestamps haben ein Inkrement von 10 ms. Ein Überlauf erfolgt somit erst nach über einem Jahr.

Die Datenintegrität wird durch zwei CRC mit jeweils 32 Bit sichergestellt.

3 Praxisbeispiele mit offenen Netzwerken

Die serielle Anbindung und die flexible Konfiguration des Achszählsystems Frauscher Advanced Counter FAdC eröffnen beinahe unbegrenzte Möglichkeiten [2]. Der FAdC bietet neben kundenspezifischen Protokollen für verschiedene Stellwerktypen auch das Frauscher-Standardprotokoll FSE für jene Anwendungen, die bisher noch keine sichere Schnittstelle für die Kommunikation über Ethernet implementiert haben.

Eine Reihe von Projekten mit verschiedenen Übertragungsmedien ist mittlerweile erfolgreich in Betrieb.

3.1 Anwendungsbeispiel 1: Implementierung eines Stellwerkprotokolls

In Großbritannien entwickelte Network Rail gemeinsam mit namhaften Firmen der Bahnindustrie ein Konzept, das in erster Linie auf die kostengünstige und nachhaltige Modernisierung von Regionalstrecken abzielt. Das Modular-Signalling-Konzept beruht dabei auf einem dezentralen Ansatz. Feldelemente, wie Achszählsysteme und die Steuerung von Weichen und Signalen, werden entlang der Strecke in sogenannten Object-Controller-Schränken platziert [3] (Bild 2).

Die Kommunikation mit den zentralen Stellwerken wird über ein Glasfasernetzwerk gesichert. Network Rail entschied sich in seinen Modular-Signalling-Projekten u.a. für das Siemens-Stellwerk Westrace Mk II (früher Invensys) und das Achszählsystem FAdC. Ausschlaggebend für diese Entscheidung waren die netzwerkfähigen Schnittstellen des Achszählsystems und eine Software-Konfiguration, die optimal für Projekte mit dezentraler Architektur angepasst und besonders wirtschaftlich umgesetzt werden kann. Um die Kommunikation mit dem Stellwerk möglichst effizient zu gestalten, implementierte Frauscher das Protokoll WNC, welches im Westrace Mk II verwendet wird (Bild 3).

Die Dezentralisierung sowie die Nutzung eines Netzwerks über Glasfaserleitungen anstelle von einzelnen Kupferkabeln verringerten die Investitionskosten wesentlich und führten zudem zu einer signifikanten Minimierung der Life-Cycle-Costs.

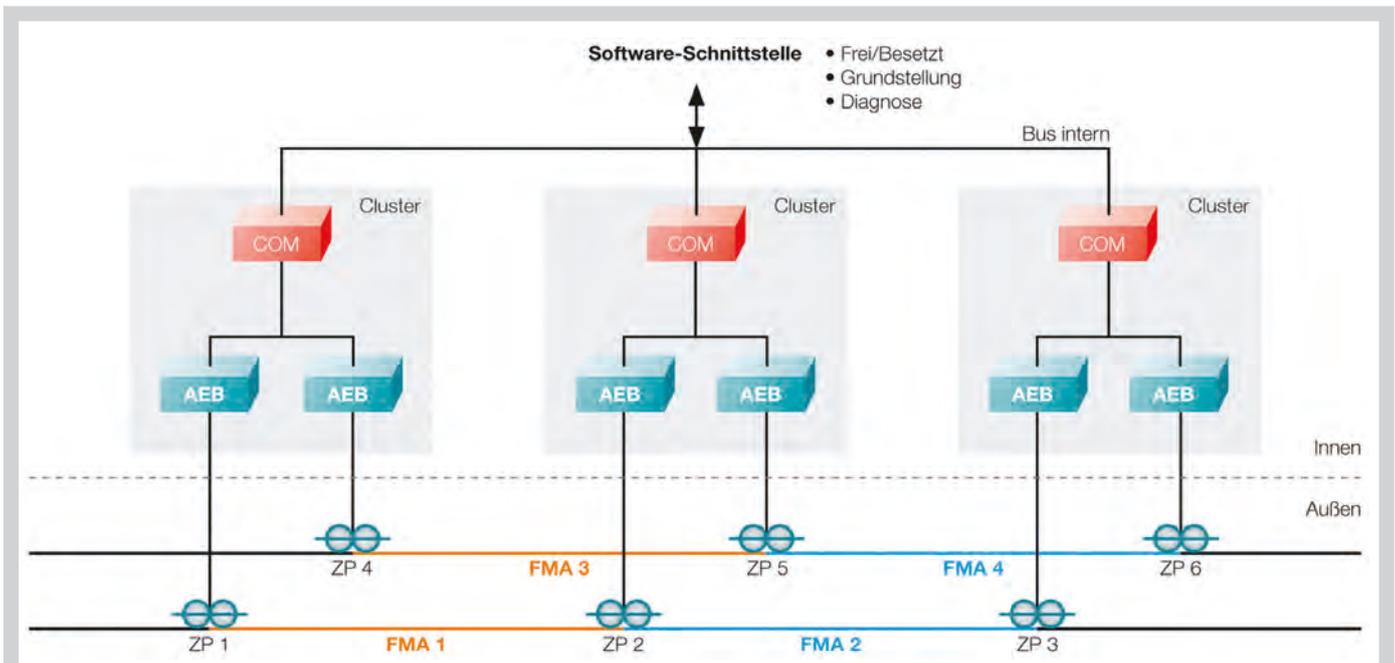


Bild 3: FAdC mit dezentraler Architektur: die einzelnen Cluster kommunizieren über Ethernet miteinander.

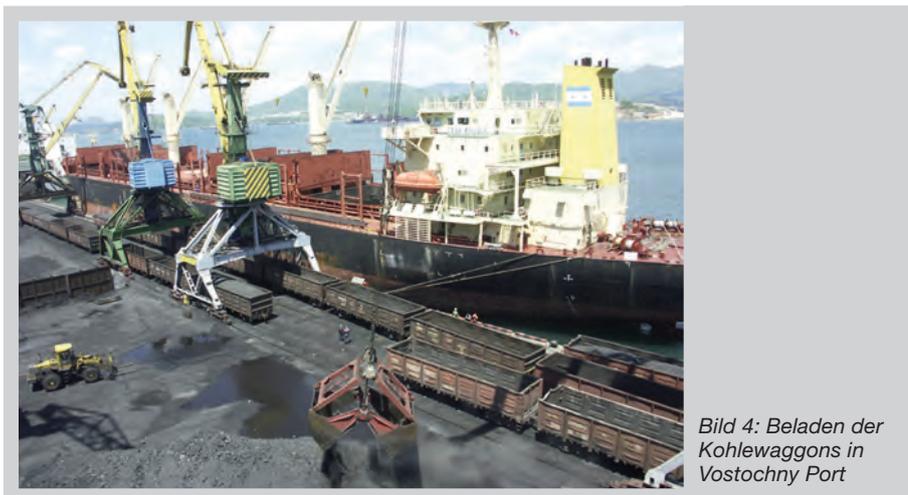


Bild 4: Beladen der Kohlewaggons in Vostochny Port

3.2 Anwendungsbeispiel 2: Übertragung via FSE

Die Gleisanlagen des größten Hafens im fernöstlichen Teil Russlands, Vostochny Port, wurden 2013 einer umfassenden logistischen Modernisierung unterzogen. Ziel war es, Kohlewaggons nach der Qualität der geladenen Kohle automatisch auf unterschiedliche Gleise zu verteilen [3] (Bild 4).

Auf Basis der Ethernet-Verbindung zwischen Stellwerk und Achszählsystem konnten zwei Protokolle implementiert werden, über welche die interne Logistik mit essentiellen Daten versorgt wird. Das Frauscher Safe Ethernet (FSE) bietet dabei die grundlegenden sicherheitsrelevanten Daten an, während über ein Diagnoseprotokoll zusätzliche Daten für das Logistik-Management bereitgestellt werden. Die damit aus einem System gesammelten Informationen ermöglichen es der internen Software, die Waggons nach Kohlequalität bereitzustellen. Weiterhin können durch die zusätzlichen Informationen die Instandhaltung und der Betriebsablauf analysiert und optimiert werden (Bild 5).

Der Datenaustausch über dieses Protokoll zwischen dem Stellwerksystem auf Basis einer Simatic S7-400 und dem Frauscher-Achszählsystem bietet eine Reihe von Vorteilen. So werden neben den Basisinformationen „Frei/Besetzt“ und „Reset“ auch Daten über Anzahl der Achsen, Fahrtrichtung und Diagnoseinformationen übertragen. Ein weiterer Pluspunkt ist, dass keine zusätzlichen

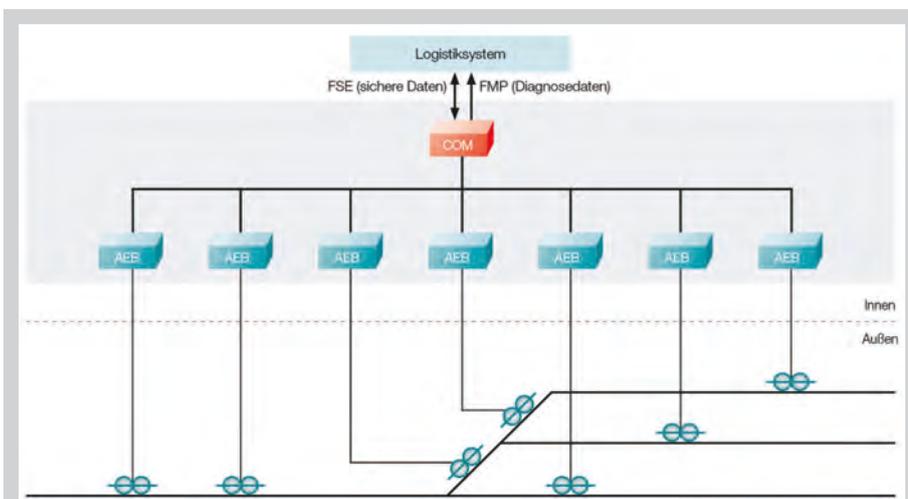


Bild 5: Das FSE-Protokoll und das Diagnoseprotokoll FMP stellen dem übergeordneten Logistiksistem alle notwendigen Daten zur Verfügung.

Komponenten für die Relais-Schnittstellen notwendig sind. Dies reduziert die Investitionskosten und den Verkabelungsaufwand.

Der Systemintegrator Automated Systems and Complexes (ASC) konnte das FSE-Protokoll binnen zwei Monaten implementieren und bereits vor Ort im Projekt integrieren. Dies veranschaulicht, wie einfach es für Systemintegratoren ist, das FSE-Protokoll einzusetzen.

Auch hier überzeugten die Vorteile des Frauscher Advanced Counters, dessen speziell für reduzierte Anforderungen – etwa eines Bahnhofgleissystems – konstruierte Variante FAdCi zur Projektrealisierung eingesetzt wurde. Gemäß den Standard-CENELEC-Normen bis zu SIL3 und für eine Maximalgeschwindigkeit von 80 km/h ausgelegt, offeriert dieses Modell sämtliche Vorteile des FAdC-Achszählsystems hinsichtlich Funktionalität, Flexibilität und optimaler Integration.



Bild 6: Die Zugführung der Oberweißbacher Schwarzatalbahn wurde modernisiert.

3.3 Anwendungsbeispiel 3: DSL-Kommunikation

Zur Erhöhung der Sicherheit integrierte die Oberweißbacher Berg- und Schwarzatalbahn (OBS) einen technisch unterstützten Zugleitbetrieb (TUZ). Bis zu diesem Zeitpunkt wurde der Zugleitbetrieb ohne technische Unterstützung durchgeführt. Um die Kosten des Gesamtsystems gering zu halten, sollte die Datenübertragung zwischen den Haltestellen über ein öffentliches Netz realisiert werden, anstatt ein eigenes Netzwerk aufzubauen [3] (Bild 6).

OBS entschied sich für das AZB plus der Firmen V+S Ingenieurgesellschaft und FES Bahntechnik. Als zentrale Komponente zur Zugerfassung kommt dabei das Achszählsystem FAdC zur

Anwendung. Die Datenübertragung erfolgt über ein DSL-Breitbandinternet mit Verschlüsselung über einen VPN-Tunnel.

Dank der Ethernet-Schnittstelle und der einfach adaptierbaren Software-Konfiguration kann die Datenübertragung des FAdC optimal an die verschiedenen Anforderungen angepasst werden – auch für die Kommunikation über DSL oder Richtfunk. Eine eigene Kabelanlage zwischen den Betriebsstellen zur Datenübertragung ist somit nicht notwendig, wodurch sich die Life-Cycle-Costs wesentlich geringer gestalten. Die Datenübertragung erfolgt pro Betriebsstelle über je einen Lynx-Switch der Firma Westermo sowie über das DSL-Breitbandinternet der Betreiber Telekom und Newone (Bild 7).

Obwohl das DSL-Netz einmal pro Tag die Verbindung neu aufbaut und somit eine kurze Unterbrechung erfolgt, führt dies zu keiner Beeinträchtigung des Achszählsystems. Dank der Softwarekonfiguration können Parameter wie Modem- und Kommunikationsverzögerungen berücksichtigt oder Timeouts beim FAdC einfach und schnell eingestellt werden. Ein weiterer wesentlicher Vorteil ist die Einstellmöglichkeit der gesendeten Datenmenge pro Sekunde, wodurch eine stabilere Übertragung bei höherer Verfügbarkeit erreicht wird. Über moderne Diagnosetools werden neben der „Frei/Besetzt-Meldung“ Daten wie etwa zur Stromversorgung der einzelnen Schaltschränke sowie Ladezustand der Batterie oder Netzausfall übertragen.

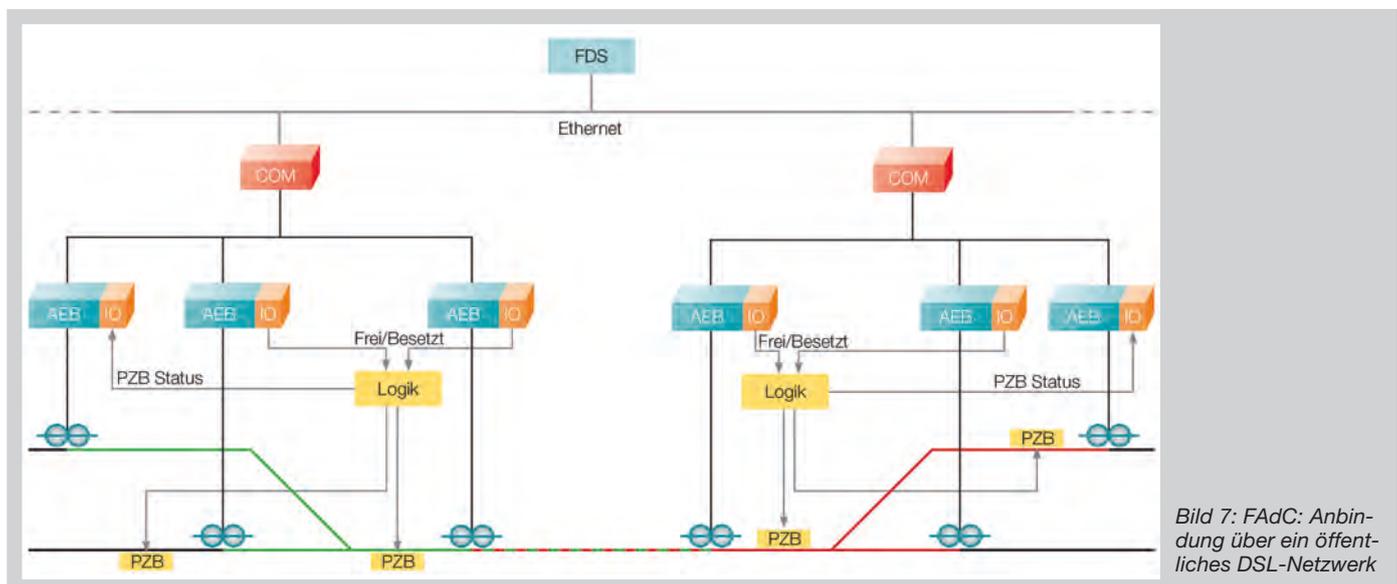


Bild 7: FAdC: Anbindung über ein öffentliches DSL-Netzwerk



Bild 8: Moderne Signaltechnik entlang der Strecke in Südaustralien: ARTC setzt in der Effizienzsteigerung auf offene Netzwerke.

konnte, bestätigen aktuelle Praxisbeispiele, dass diese neuen Systeme zuverlässig funktionieren und die Life-Cycle-Costs drastisch reduziert werden können.

LITERATUR

[1] Grundnig, G.: Die Herausforderungen an Raddetektion und Achszählung in der Zukunft – Teil 2. SIGNAL + DRAHT, 12/2011
 [2] Pucher, C.; Rosenberger, M.: Das Achszählsystem FAdC bietet Vorteile für Stellwerksintegratoren und Betreiber. SIGNAL + DRAHT, 4/2012
 [3] Case Studies © Frauscher Sensortechnik GmbH. Abrufbar unter: <http://www.frauscher.com/de/media/#type=casestudies>
 Zuletzt abgerufen: 23.09.2014

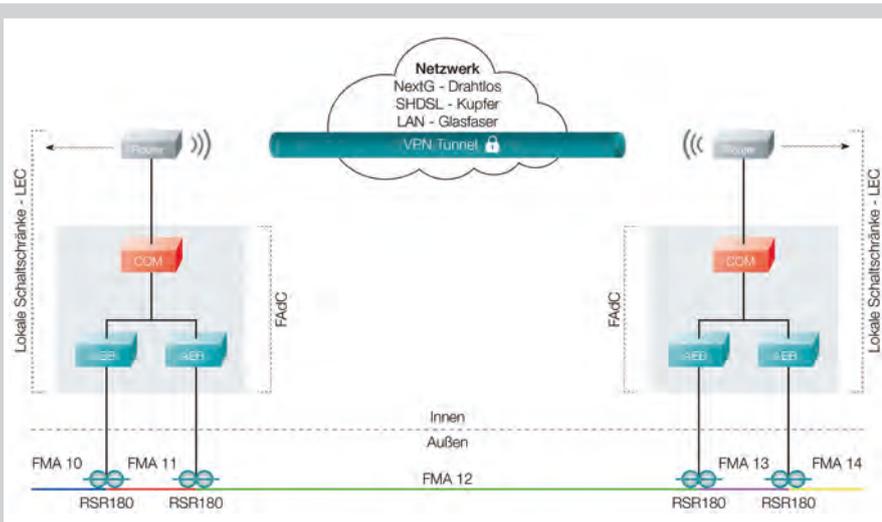


Bild 9: Verbindung der Cluster über einen gesicherten VPN-Tunnel

3.4 Anwendungsbeispiel 4: UMTS-Kommunikation

Die Australian Rail Track Corporation ARTC setzte bei der Modernisierung der Strecke Spencer Junction und Tarcoola unter anderem auch Funk zur Übertragung von Blockinformationen ein. Bei diesem Projekt wurden die bestehenden Gleisstromkreise durch moderne Achszählsysteme ersetzt. ARTC entschied sich auch aufgrund der geforderten Netzwerkfähigkeit für das Achszählsystem FAdC. Zur Übertragung der Blockinformationen wird in erster Linie ein Glasfasernetzwerk genutzt [3] (Bild 8).

Dieses zeichnet sich durch hohe Übertragungsraten, geringe Kosten und einfache Integration aus. In den entlegenen Gebieten ohne Glasfaseranschluss entschied sich die Australian Rail Track Corporation für das Next-G (UMTS) Funk-

netz der Firma Telstra. Die dezentral verteilten Schaltschranke kommunizieren über dieses Netz durch einen gesicherten VPN-Tunnel (Bild 9).

Die Verwendung des FAdC führte zu der gewünschten Effizienzsteigerung des Zugverkehrs und machte in den Abschnitten mit drahtloser Kommunikation die Verlegung teurer Kabel überflüssig.

Ausblick und Zusammenfassung

Netzwerkfähige Systeme werden in Zukunft vermehrt in der Eisenbahnsicherungstechnik zum Einsatz kommen. Obwohl Betreiber als auch Systemintegratoren profitieren von zahlreichen Vorteilen wie flexible Architekturen, Verwendung bestehender oder öffentlicher Netze sowie dem Austausch zusätzlicher Daten über die Frei/Besetzt-Meldung hinaus. Wie in diesem Artikel gezeigt werden

Die Autoren

Christian Pucher
 Leiter Marketing
 Frauscher Sensortechnik GmbH
 Anschrift: Gewerbestraße 1
 A-4774 St. Marienkirchen
 E-Mail: christian.pucher@frauscher.com

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Lugschitz
 Systementwicklung
 Frauscher Sensortechnik GmbH
 Anschrift: Gewerbestraße 1
 A-4774 St. Marienkirchen
 E-Mail: stefan.lugschitz@frauscher.com

■ **SUMMARY**

New applications through axle counter communications over open networks

The latest devices available increasingly include the optional ability to communicate with one another via standardised networks. This, in itself, then gives rise to a number of new opportunities and approaches. Nowadays, these types of technology are also finding their way more frequently into the areas of signalling and control technology. Until only a few years ago, track vacancy detection had to make use of dedicated lines in order to transfer data. Nowadays, however, modern axle counting systems are capable of using a variety of data transfer media to carry out their task. This article has set out to provide a summary of the opportunities that are now available to operators and system integrators alike. The practical examples referred to above confirm the functionality of these systems, whilst also illustrating the variety of new.