

Raddetektion mit Geschwindigkeitsausgabe bietet echten Mehrwert

Martin Rosenberger / Christian Pucher

Betreiber unterschiedlicher Bahnsegmente, Planungsunternehmen sowie Forschungseinrichtungen interessieren sich zunehmend für Raddetektions- und Achszählapplikationen in Kombination mit Geschwindigkeits-

informationen (Bild 1). Im Mittelpunkt dieser Diskussion stehen zwei wesentliche Fragestellungen: Wie kann die Geschwindigkeitsangabe einerseits kostengünstig und andererseits als sichere Information zur Verfügung gestellt werden? Das Unternehmen Frauscher Sensortechnik GmbH beschäftigt sich seit einigen Jahren mit dieser Thematik. Die betrieblichen Anforderungen sind sehr unterschiedlich und haben einen wesentlichen Einfluss auf die technische Umsetzung sowie auf die Betrachtung und Bewertung der Sicherheitsstandards. Daher sind die geforderten Technologien nur in gemeinsamen Entwicklungsprojekten von Betreibern, Systemintegratoren und Spezialisten im Bereich der Raddetektion voranzutreiben. Mit diesem Beitrag will das Unternehmen Frauscher den Stand der Technik beleuchten, mögliche zukünftige technische Lösungen aufzeigen und somit Impulsgeber für weiterführende Diskussionen sein.



Bild 1: Trend zu geschwindigkeitsabhängigen Applikationen ist feststellbar.

1 Applikationen mit geschwindigkeitsabhängiger Steuerung

1.1 Geschwindigkeitsprüfeinrichtungen

Geschwindigkeitsprüfeinrichtungen (GPE) überwachen beispielsweise, ob das Fahrzeug eine vorgeschriebene Maximalgeschwindigkeit einhält. Wird diese überschritten, löst ein Gleismagnet beim Triebwagen oder an dem Triebfahrzeug eine Zwangsbremung aus. Dies wird zur Überwachung der Geschwindigkeit vor der Einfahrt in Weichenbereiche, Baustellen, Tunnel oder Brücken eingesetzt, um beispielsweise das Entgleisen eines Zuges zu vermeiden.

Gemeinsam mit einem Bahnbetreiber und einem Hersteller von GPE-Anlagen hat Frauscher für diese Applikation ein System zur Geschwindigkeitsmessung entwickelt. Der Betreiber setzt Geschwindigkeitsprüfsysteme (GPE) mit

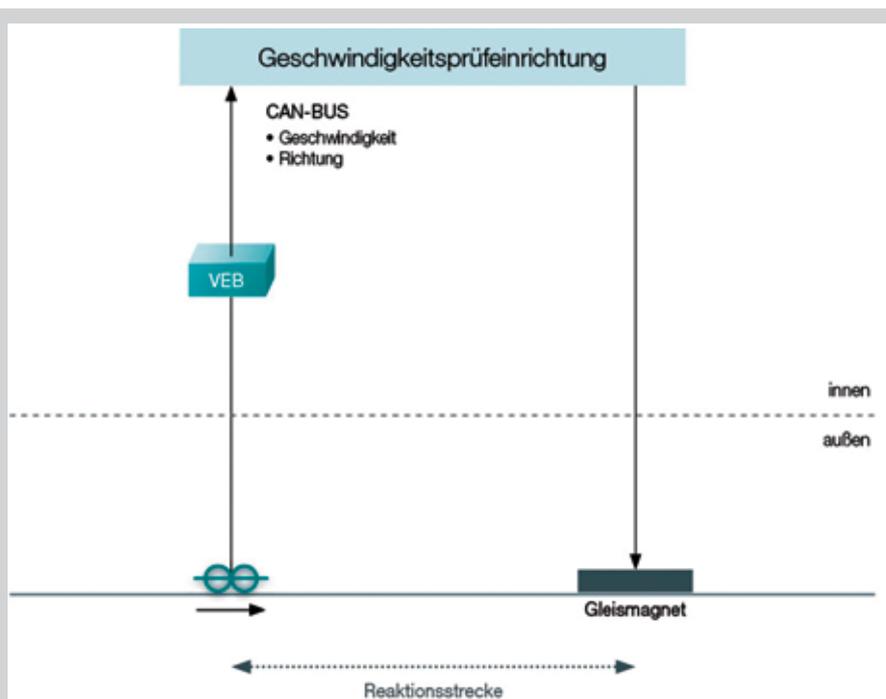


Bild 2: GPE mit einem Radsensor zur Erfassung der Geschwindigkeit

Zugbeeinflussung ein, welche bei Geschwindigkeitsbrüchen auf die Züge einwirken.

Das neue System von Frauscher ermittelt die Geschwindigkeit über einen einzelnen Radsensor. Die Auswertebaugruppe VEB stellt der GPE-Einrichtung die Geschwindigkeitsinformation über eine CAN-Schnittstelle zur Verfügung. Die GPE steuert in Abhängigkeit weiterer Parameter wie Signalbegriffe oder Toleranzen in der Bremskurve eine PZB-Einrichtung (Gleismagnet) zur Beeinflussung des Fahrzeuges (Bild 2).

Die Überwachung von Geschwindigkeitsbrüchen im Streckennetz wird nunmehr durch zwei gleisseitige Einrichtungen (RSR123, PZB-Gleismagnet) gewährleistet. Dieses System ist seit einem Jahr erfolgreich in Betrieb und punktet mit hoher Verfügbarkeit und deutlich geringeren Life-Cycle-Costs.

1.2 Bahnübergangssicherungsanlagen

Viele Bahnübergangssicherungsanlagen (BÜSA) verwenden Radsensoren und/oder Achszählsysteme zur Zugererkennung und somit zur Steuerung des Bahnübergangs [1]. In Bild 3 wird dargestellt, wie die Erfassung des Zuges beispielsweise über das Achszählsystem FAdC® (Frauscher Advanced Counter) mit Freimeldeabschnitten realisiert werden kann (Bild 3).

Der Einschaltzeitpunkt wird abhängig von der maximalen Streckengeschwindigkeit und der Zeit zur Sicherung des Bahnübergangs entsprechend positioniert. Dabei ist die Wartezeit für den Individualverkehr soweit wie möglich zu minimieren. Dies stellt eine besondere Herausforderung dar, wenn sich Züge mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten dem Bahnübergang nähern. Die Grafik (Bild 4) zeigt den Zusammenhang von Geschwindigkeit und Zeitdifferenz bzw. die Wartezeit am Bahnübergang. Angenommen, die Anlage ist für eine maximale Geschwindigkeit von 120 km/h (z.B. Personenzug) ausgelegt, dann kann der Einschaltzeitpunkt der BÜSA-Anlage im Bereich von 2000 m vor dem Bahnübergang liegen. Fahren auch langsamere Züge (z.B. Güterzug) mit einer Geschwindigkeit von 60 km/h, dann muss der Individualverkehr vor dem Bahnübergang 60 Sekunden länger warten als technisch notwendig. Wird die Geschwindigkeit des Zuges am Einschaltzeitpunkt gemessen, so kann der Bahnübergang bei langsam fahrenden Zügen ohne zusätzliche Komponenten zeitverzögert gesichert und somit die Wartezeit verkürzt werden.

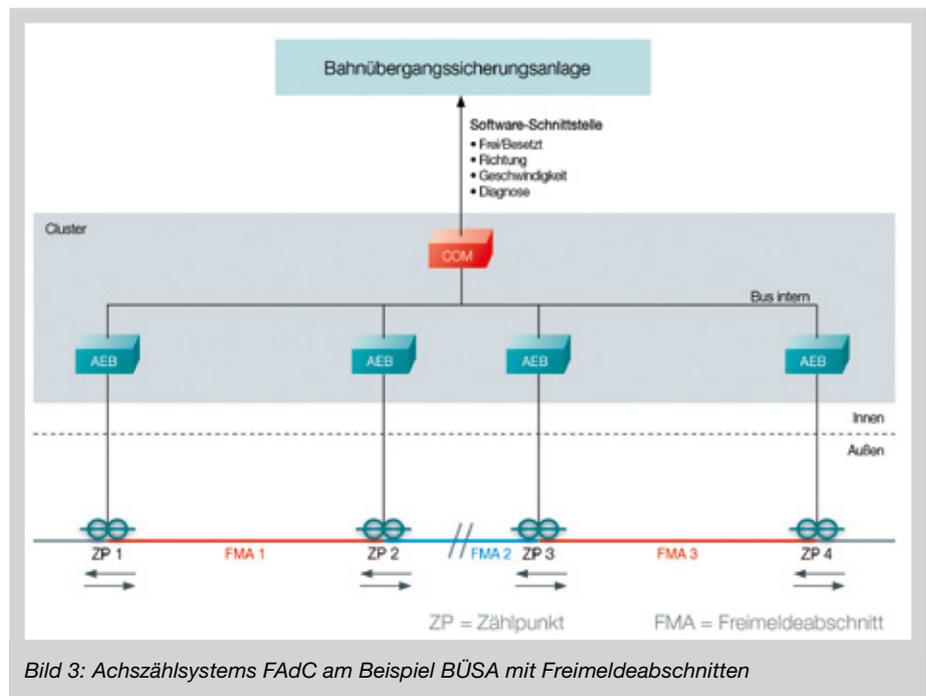


Bild 3: Achszählsystems FAdC am Beispiel BÜSA mit Freimeldeabschnitten

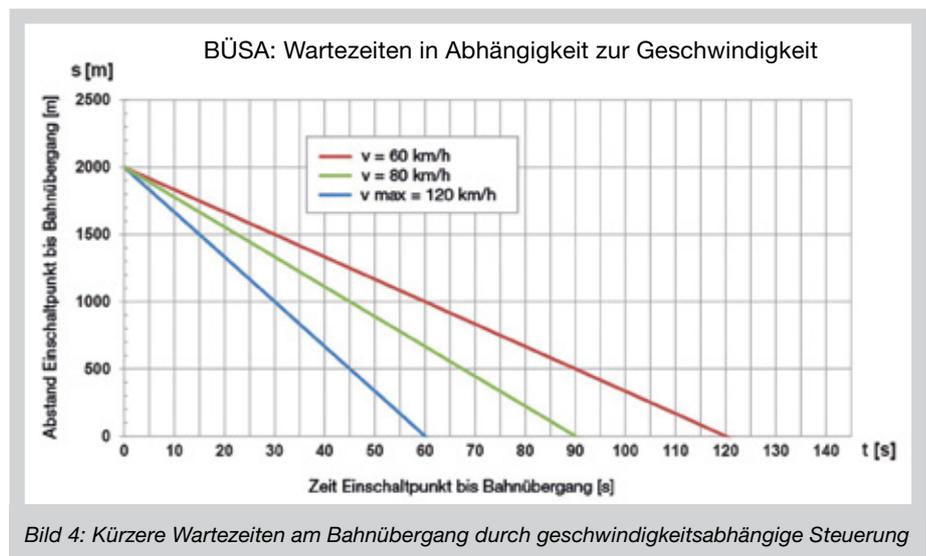


Bild 4: Kürzere Wartezeiten am Bahnübergang durch geschwindigkeitsabhängige Steuerung

1.3 Zugererkennung

Zu wissen, wo sich welche Fahrzeuge befinden, ist für automatisierte Zugbildungsanlagen und Verrechnungssysteme unerlässlich. Oft werden dazu die einzelnen Fahrzeuge mit RFID-Tags ausgerüstet. Aber speziell bei Güterwaggons im grenzüberschreitenden Verkehr ist die 100%ige Ausrüstung mit RFID-Tags schwierig zu erreichen. Deshalb werden in diesem Fall oft Kamerasysteme zur Erkennung der Fahrzeugnummern verwendet. Auch hier werden vielfach Achserfassungssysteme (Radsensoren) zum Einschalten und Triggern dieser optischen Anlagen herangezogen. Mithilfe der Geschwindigkeits- und Richtungsinformation können die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Fahrzeugerkennung erhöht werden.

Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Fahrzeugerkennung erhöht werden.

1.4 Fahrgastwarnung

Die Fahrgastsicherheit ist eines der wichtigsten Ziele im Bahnbetrieb. Dies gilt auch für die Fahrgäste, die sich auf dem Bahnsteig befinden. Insbesondere bei Zugdurchfahrten durch den Bahnhof müssen die Fahrgäste gewarnt werden, um Unachtsamkeit zu vermeiden. Diese Durchsage hat erwiesenermaßen unmittelbar vor der Durchfahrt des Zuges zu erfolgen, da ansonsten die Aufmerksamkeit bei den Personen am Bahnsteig wieder sinkt oder neue Personen hinzukommen, die die Durchsage noch nicht wahrgenommen haben. Mithilfe

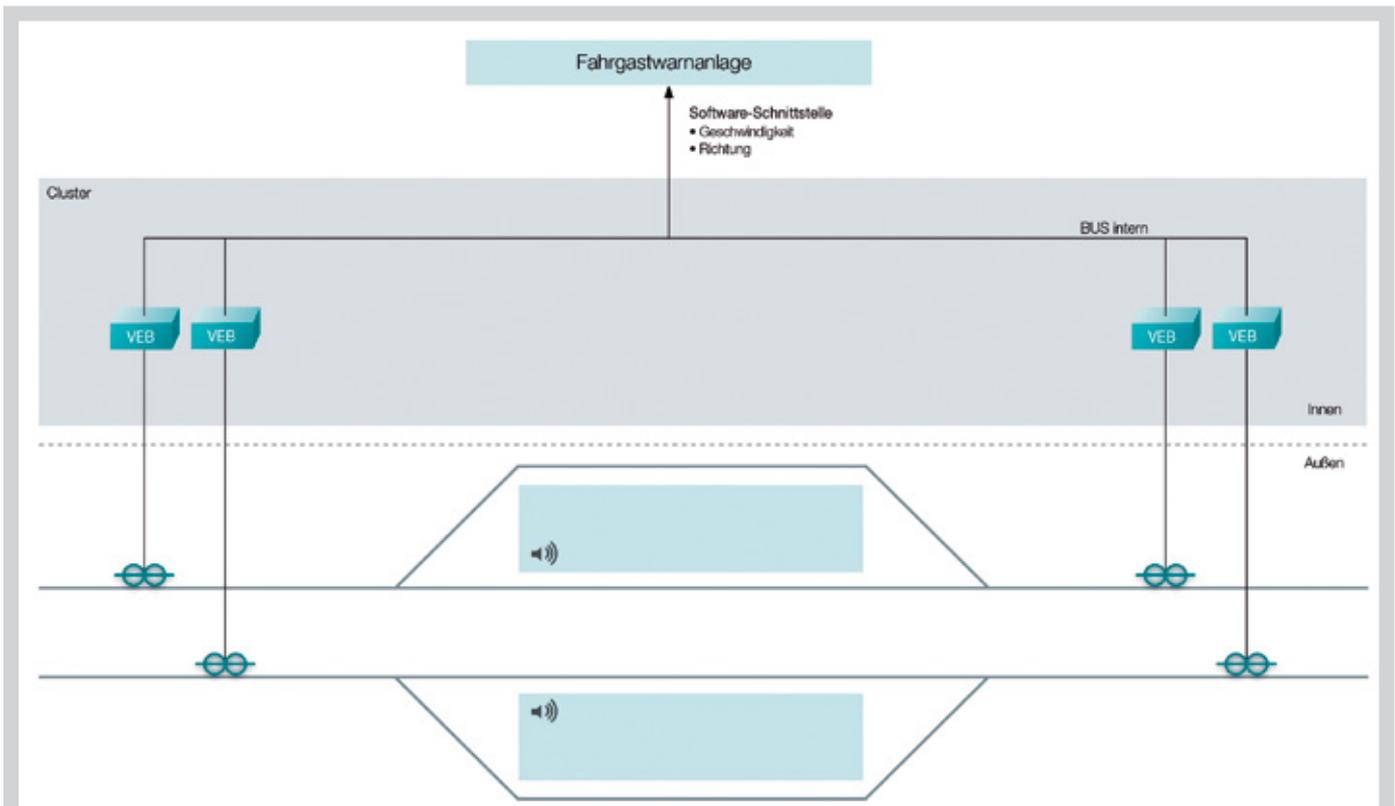


Bild 5: Fahrgastwarnungen mit geschwindigkeitsabhängiger Steuerung

der Frascher-Auswertebaugruppe VEB kann eine automatische Durchsage geschwindigkeitsabhängig zum optimalen Zeitpunkt durchgeführt werden (Bild 5).

1.5 Abrollberg

Zugbremsanlagen sind an Abrollbergen von großer Bedeutung. Sie müssen trotz unterschiedlicher Beladung der Waggone sicherstellen, dass ein Waggon vor dem

Auftreffen auf den nächsten Waggon entsprechend unter die maximale Geschwindigkeit abgebremst wird. Dabei dürfen sie aber nur so stark abbremesen, dass die gewünschte Position noch erreicht wird. Werden Radsensoren und Achszählsysteme zur Weichensteuerung verwendet, so können diese Komponenten auch zur Ausgabe der Geschwindigkeit genutzt werden. Teure und komplexe Zusatzeinrichtungen entfallen dadurch (Bild 6).

2 Die technische Lösung

Es ist eine zentrale Anforderung, die Geschwindigkeitsinformation kostengünstig zur Verfügung stellen zu können. Damit dies gewährleistet ist, sollte die Auswertung und Übergabe der Geschwindigkeitsinformation als Zusatznutzen eines bestehenden Zählpunktes realisiert sein sowie die Weiterleitung an übergeordnete Systeme einfach möglich sein. Der Einsatz mehrerer Zählpunkte zur Ermittlung der Geschwindigkeit wird aufgrund der Mehrkosten zukünftig nicht mehr relevant sein. Mittlerweile ist die Genauigkeit der Geschwindigkeitsmessung von sogenannten Doppelsensoren, induktiven Sensoren mit zwei Systemen entlang der Schiene, so hoch, dass ein Großteil der Anforderungen bereits heute mit einem einzigen Radsensor abgedeckt werden kann.

2.1 Geschwindigkeitsmessung mit einem Sensor

Die Frascher-Radsensoren RSR180 und RSR123 sind sogenannte Doppelsensoren und bieten den Vorteil, dass die Auswertung der Geschwindigkeit über einen einzigen Sensor als Zusatzfunktionalität parallel zu weiteren Aufgaben erfolgen kann. Diese Sensoren werden an der Gleisinnenseite der Schiene

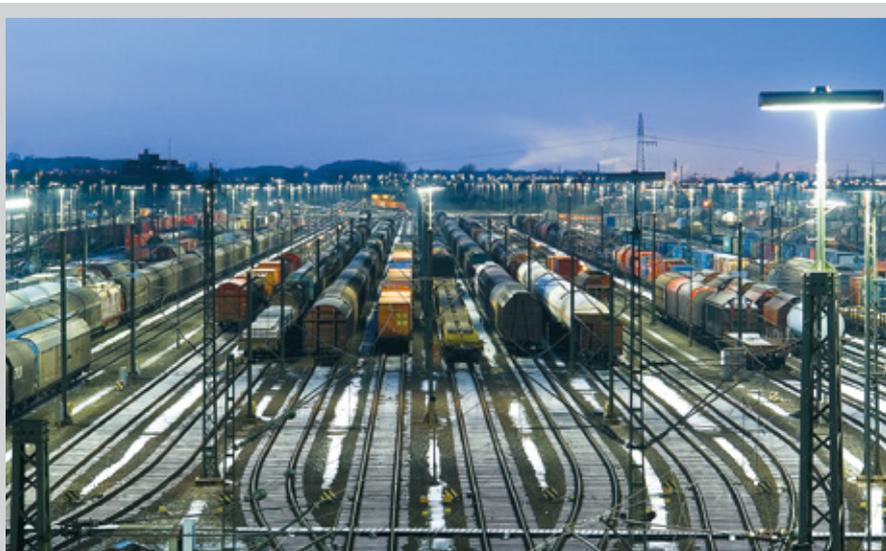


Bild 6: Effiziente Überprüfung der Geschwindigkeit bei Abrollbergen

montiert und erfassen die Einwirkung des Spurkranzes mit zwei nach oben gerichteten Spulen. Dieser Effekt wird zur Erfassung des Spurkranzes des Rades und somit zur Detektion der Achse benutzt [2] (Bild 7).

Wie erwähnt bestehen die Radsensoren aus zwei Sensorsystemen, wobei die beiden Spulensysteme nebeneinander entlang der Schiene angeordnet sind. Somit kann unter anderem die eindeutige Richtungsdetektion des Fahrzeuges gewährleistet werden. Die beiden Signale stehen am Radsensor als eingeprägte Analogstromwerte zur Verfügung und können über die Kabelstrecke von einer intelligenten Auswertebaugruppe in der Innenanlage mit unterschiedlichen Algorithmen ausgewertet bzw. analysiert werden. Über die Sensorkurven wird ein Messraster gelegt und so die Zeitdifferenz zwischen den Systemen gemessen. Die einzelnen Messwerte je Achse werden anschließend noch durch ein spezielles Verfahren bewertet. Die Auswertebaugruppe VEB stellt die Geschwindigkeitsinformation einfach und kostengünstig über eine CAN-Schnittstelle mit weiteren Status- und Diagnoseinformationen zur Verfügung.



Bild 7: Geschwindigkeitsmessung ist mit einem einzelnen Frauscher-Radsensor möglich.

2.2 Genauigkeit der Geschwindigkeitsinformation

Obwohl die Ermittlung der Geschwindigkeit nur über einen einzelnen Sensor erfolgt und somit der Abstand der bei-

den Messpunkte nur wenige Zentimeter beträgt, gewährleistet das Messsystem VEB eine Genauigkeit von $\pm 3\%$ bis zu einer Geschwindigkeit von 160 km/h. Bei Felderprobungen wurden mehr als 70 000 Achsen aufgezeichnet und aus-

Ihre Telekommunikation braucht nur EINE PLATTFORM



für sicherheitsrelevante Telekommunikationsnetze
■ einfach ■ robust ■ langlebig

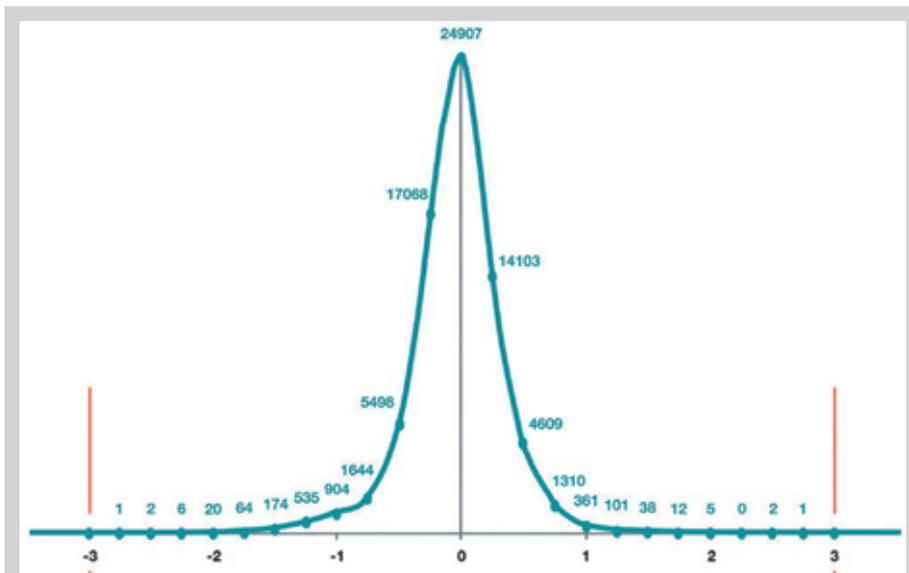


Bild 8: 99 % der Messergebnisse liegen innerhalb einer Toleranz von $\pm 1\%$

gewertet. Die Grafik der Geschwindigkeitsverteilung veranschaulicht, dass über 99 % der Messergebnisse innerhalb der Toleranz von $\pm 1\%$ liegen (Bild 8).

Die Tatsache, dass sich die Messtoleranzen der einzelnen Achsen in Form einer Gaußschen Glockenkurve verteilen, ermöglicht eine nachträgliche statistische Mittelung über mehrere Messwerte. Die Genauigkeit kann dadurch selbst bei hohen Geschwindigkeiten nochmals gesteigert werden.

2.3 Sicherheitsbetrachtung

Grundsätzlich sind die Anforderungen des Sicherheitslevels an die Geschwindigkeitsinformation in Abhängigkeit der Applikation sowie der betrieblichen Regelungen zu betrachten. Im Gegensatz zu binären Informationen – ein Freimeldeabschnitt ist beispielsweise „Frei“ oder „Besetzt“ – ist bei der Geschwindigkeitsausgabe die Genauigkeit ein wesentliches Kriterium.

Wie oben ausgeführt ist mittlerweile die Genauigkeit auf einem sehr hohen Niveau. Beeinflussungen, wie z. B. durch EMV, können jedoch das Messergebnis verfälschen. Über die Signalbewertung des Algorithmus lässt sich ermitteln, ob die Geschwindigkeitsinformation korrekt ist. Mit dieser Information in Kombination mit funktionalen Verknüpfungen lassen sich Sicherheitslevel SIL 2 oder SIL 4 nach Cenelec erreichen.

Für die Applikation der Bahnübergangssicherungsanlage könnte daher die sicherheitstechnische Betrachtung wie folgt aussehen: Das Schließen des Bahnüberganges wird in Abhängigkeit der Geschwindigkeit gesteuert. Sollte

aufgrund der Signalbewertung jedoch ein Unsicherheitsfaktor vorliegen, wird der Bahnübergang sofort nach Überfahrt des Detektionspunktes geschlossen. Bei der Verzögerung des Schließens in Abhängigkeit der Geschwindigkeit müssen selbstverständlich die maximale Beschleunigung des Fahrzeuges, Pufferzeiten und Streckengegebenheiten usw. berücksichtigt werden.

3 Ausblick

Kann die Auswertung der Geschwindigkeit über einen einzelnen Sensor als Zusatznutzen sicher angeboten werden, ergibt sich eine Vielzahl von interessanten Anwendungsmöglichkeiten. Die hohe Integrationsfähigkeit reduziert die Anzahl der erforderlichen Komponenten und somit die Investitions- und Betriebskosten.

Erste Praxiserfahrungen und Trials zeigen, dass dies nicht nur eine technische

Vision ist, sondern für einzelne Applikationen schon heute Realität ist. Frauscher Sensortechnik verfügt bereits über Radsensoren und Auswertplattformen, die die Geschwindigkeit bei Überfahrt eines einzelnen Radsensors mit hoher Genauigkeit zur Verfügung stellen können. Zudem arbeitet das Unternehmen an weiteren Konzepten und Entwicklungsprojekten zum Thema Sicherheit und Integrationsmöglichkeit.

Applikationen geschwindigkeitsabhängig zu steuern, eröffnet den Betreibern sehr viele Möglichkeiten. In Zukunft wird bei vielen Anwendungen eine geschwindigkeitsabhängige Steuerung standardmäßig integriert sein. Innovative Raddetektions- und Achszählsysteme werden die Geschwindigkeitsinformation als Add-on zur Verfügung stellen und somit einen echten Mehrwert bieten.

LITERATUR:

- [1] Grundnig, G.; Pucher C.: Kundenspezifische Bahnübergangslösung auf Basis Raddetektion mit Relaisausgängen, SIGNAL+DRAHT, 2012, Heft 11
- [2] Rosenberger, M.: Die Herausforderungen an Raddetektion und Achszählung in der Zukunft – Teil 1, SIGNAL+DRAHT, 2011, Heft 9

■ SUMMARY

Added value through wheel detection with speed output

Operators from various segments of the railway market, planning companies, and research institutions are showing an increasing interest in wheel detection and axle counting applications combined with information on speed. Two key questions lie at the centre of this debate: how can speed data be made available economically and how can we ensure the information is reliable?

Frauscher Sensortechnik already offers wheel sensors and evaluation platforms able to provide highly accurate information on the speed at which an individual wheel sensor is traversed. The company is also working on other concepts and development projects associated with safety and integration options.

The ability to control applications based on speed opens up a wealth of possibilities for operators. In future many applications will feature speed-based control as standard. Innovative wheel detection and axle counting systems will make speed information available as an additional extra, thereby offering genuine added value.

Die Autoren

Martin Rosenberger M.Sc.
Vertrieb, Leiter Produktmanagement
Anschrift: Gewerbestraße 1,
Frauscher Sensortechnik
A-4774 St. Marienkirchen
E-Mail: martin.rosenberger@frauscher.com

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