

Anwendungsmöglichkeiten von Raddetektionssystemen mit induktiven Radsensoren

Gerhard Grundnig / Christian Pucher

Moderne Raddetektionssysteme werden meist zur Gleisfreimeldung eingesetzt. Doch die Bandbreite der Applikationen von Raddetektionssystemen ist heute sehr vielfältig. Neben der reinen Achsdetektion können zusätzliche Informationen wie Überfahrtrichtung, Überfahrtgeschwindigkeit, Raddurchmesser, Radmitenimpuls oder Achsanzahl sowie moderne Schnittstellen genutzt werden. Diese eröffnen weitere, neue Anwendungsgebiete. Nachfolgend werden typische Einsatzbereiche überblicksmäßig aufgezeigt und anschließend die Auswertungsmöglichkeiten moderner, induktiver Radsensoren detailliert erläutert.

1 Anwendungen

1.1 Gleisfreimeldung

Achszählsysteme als Gleisfreimeldeanlagen sind das meistbekannte Anwendungsgebiet von hoch verfügbaren und sicheren Raddetektionssystemen. In vielen Ländern der Welt wird die Gleisstromkreistechnik zunehmend von Achszählsystemen verdrängt und durch diese ersetzt [1].

Moderne Achszähltechnik ist mittlerweile ein integrierter Bestandteil von übergeordneten Stellwerks- und Signaltechnikanlagen. Sie ist nun auch in

der Lage, über die bloße Gleisfreimeldung hinausgehende Informationen wie Überfahrtrichtung, Überfahrtgeschwindigkeit oder Achszählerstand übergeordneten Systemen zur Verfügung zu stellen (Bild 1).

1.2 Sicherung von Bahnübergängen

Zentrale Elemente einer Bahnübergangssicherungsanlage (BÜSA) sind die Systeme zur Detektion der Schienenfahrzeuge. Die Informationen der Außenanlage werden in der Steuerungslogik der BÜSA zur Ein- und Ausschaltung bzw. Auflösung herangezogen. Technisch gesicherte Bahnübergänge werden sowohl durch Einbeziehung in Signalabhängigkeit als auch durch Zugbewegungen ein- und ausgeschaltet. Heute setzt man dabei auf Raddetektion, welche oftmals aus Synergieeffekten mit Achszähltechnik kombiniert wird (Bild 2).

Der Variantenvielfalt an Konfigurationsmöglichkeiten der Raddetektions- und Achszählsysteme sind dabei keinerlei Grenzen gesetzt. Die Konfiguration kann beispielsweise nur über Detektionspunkte, Freimeldeabschnitte, überlappende Freimeldeabschnitte, Kombination von Detektionspunkten mit Freimeldeabschnitten oder mit geschwindigkeitsabhängiger Einschaltung realisiert werden.

Auch bei dieser Anwendung sind Zusatzinformationen wie Überfahrtrichtung und Überfahrtgeschwindigkeit wichtige Parameter, um die unterschiedlichen kundenspezifischen Anforderungen erfüllen zu können [2].

1.3 Geschwindigkeitsprüfanlagen

Geschwindigkeitsprüfeinrichtungen überwachen die Geschwindigkeit von Fahrzeugen, insbesondere vor der Einfahrt in Weichenbereiche, Baustellen, Tunnel oder Brücken, um die Sicherheit zu erhöhen und das Entgleisen eines Zuges zu verhindern. Wird die vorgeschriebene Maximalgeschwindigkeit überschritten, löst ein Gleismagnet beim Triebwagen oder am Triebfahrzeug eine Zwangsbremmung aus.

Hierfür muss das Raddetektionssystem in der Lage sein, die Geschwindigkeit mit hoher Genauigkeit zu ermitteln und der Prüfeinrichtung, etwa über eine CAN-Schnittstelle, zur Verfügung zu stellen [3].

1.4 Störsignallöschung

Im Nahverkehr ist eine hohe Zugdichte ein wichtiges Kriterium. Sind Freimeldeabschnitte in Störung, so beeinträchtigt dies die Zugfrequenz. Bevor der Fahrdienstleiter einen Freimeldeabschnitt in Grundstellung bringen kann, muss er



Bild 1: Leitzentrale – Gleisfreimeldung ist die bedeutendste Applikation der Raddetektion



Bild 2: Trend zu Raddetektion und Achszählung zur Steuerung von BÜSA



Bild 3: Heißläuferortungsanlagen erfordern zuverlässige Triggerimpulse



Bild 4: Rottenwarnanlagen werden von Raddetektionssystemen angesteuert

sich vergewissern, ob dieser auch wirklich frei ist.

In diesem Fall können sogenannte Störsignale verwendet werden, um den Grundstellungsprozess zu verkürzen und so wertvolle Zeit zu sparen.

Der Fahrdienstleiter setzt bei einem gestörten Freimeldeabschnitt dieses Störsignal. Der nachfolgende Zug erhält dadurch die Erlaubnis, diesen Abschnitt auf Sicht zu durchfahren. Bei der Überfahrt des Zuges setzt das Raddetektionssystem dieses Störsignal wieder zurück. Durch die Überfahrt auf Sicht ist der Abschnitt überprüft worden. Ist der Abschnitt dann frei, kann die geforderte Zugfolge wieder aufgenommen werden.

1.5 Fahrgastinformationsanlagen

Sicherheit im gesamten Bahnbetrieb hat oberste Priorität. Dies gilt auch für die Fahrgäste, die sich auf dem Bahnsteig befinden. Fahrgastinformationsanlagen warnen die Reisenden bei Zugdurchfahrten. Dabei ist es von großer Bedeutung, dass die Durchsage unmittelbar vor der Durchfahrt des Zuges erfolgt. Ansonsten sinkt die Aufmerksamkeit bei den Personen am Bahnsteig bzw. kommen neue Reisende hinzu, die die Durchsage noch nicht wahrgenommen haben. Mithilfe von Raddetektionssystemen, die als Zusatzinformation die Überfahrtgeschwindigkeit ausgeben können, kann die Durchsage automatisiert zum optimalen Zeitpunkt erfolgen [3].

1.6 Heißläufer- und Flachstellenortungsanlagen

Eine frühzeitige und punktgenaue Lokalisierung von Heißläufern und Flachstellen ist sowohl für die Sicherheit als auch für eine präventive, kostengünstige Instandsetzung von großer Bedeutung. Insbe-

sondere bei Hochleistungsstrecken sind dazu unter teils extremen Umgebungsbedingungen zuverlässige Triggerimpulse in hohen Geschwindigkeitsbereichen erforderlich.

Zur Steuerung des Messvorgangs bei einer Zugüberfahrt kommen hochwertige Raddetektionssysteme zum Einsatz. Sie dienen der Aktivierung des Systems, der Erzeugung eines Torsignals zur Auswertung der gewonnenen Messdaten sowie der anschließenden Deaktivierung in den Stand-by-Betrieb (Bild 3).

Die Raddetektionssysteme liefern ihre Information in Echtzeit und ermöglichen so eine präzise Messung und deren genaue Zuordnung zu einer bestimmten Achse.

1.7 Rottenwarnanlagen

Eine Rottenwarnanlage, auch als Automatisches Warnsystem (AWS) bezeichnet, ist eine technische Sicherungseinrichtung, die bei Arbeiten am Gleis verwendet wird. Sie warnt den Bautrup, die sogenannte Rotte, vor dem Herannahen eines Zuges (Bild 4).

Nähert sich ein Zug der Baustelle, so kann die Warnung durch Raddetektionssysteme aktiviert werden. Optische und akustische Signale warnen die Arbeiter an der Baustelle, sodass genügend Zeit bleibt, den Gefahrenbereich zu verlassen. Der Zug kann die Baustelle passieren. Die Ausschaltung der Dauerwarnung erfolgt durch einen weiteren Raddetektionspunkt. Die Kommunikation der Raddetektionspunkte mit der zentralen Warneinrichtung kann über Funk oder kabelgebunden erfolgen.

1.8 Fahrzeugerkennung

Automatisierte Zugbildungsanlagen und Verrechnungssysteme sind nur dann ef-

fizient, wenn die Fahrzeuge höchst zuverlässig erfasst und zugeordnet werden können. Die Waggenummer ermöglicht eine eindeutige Identifizierung eines Waggons und bildet die gemeinsame Basis für die Kommunikation zwischen Eisenbahnverkehrsunternehmen, Infrastrukturbetreibern und den zuständigen staatlichen Stellen.

Die Erkennung der einzelnen Fahrzeuge erfolgt zum Beispiel über RFID-Tags oder speziell bei Güterwaggons im grenzüberschreitenden Verkehr mit hoch entwickelten Kamerasystemen. Auch hier werden vielfach Raddetektionssysteme zum Einschalten und Triggern dieser optischen Anlagen herangezogen. Mithilfe der Geschwindigkeits- und Richtungsinformation können Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Fahrzeugerkennung erhöht werden (Bild 5).

1.9 Gleisschmierung

Gleisschmieranlagen reduzieren den Verschleiß an Rädern und Schienen. Durch die Schmierung, insbesondere bei engen Kurvenradien, können durch geringere Reibung der Energieaufwand und auch der Lärm reduziert werden.

Das Raddetektionssystem erfasst das herannahende Fahrzeug und leitet die Schmierung ein. Durch die Zusatzinformation der Achszahl kann die Dosierung und Häufigkeit der Schmierung optimiert werden.

1.10 Zugbildungsanlagen und Rangierbahnhöfe

Der Schienengüterverkehr wird wesentlich durch den Ganzzug- und Einzelwagenverkehr geprägt. Während Ganzzüge die Strecken vom Start- zum Zielbahnhof vollständig zurücklegen, werden Ein-



Bild 5: Zuverlässige Fahrzeugerkennung dank hochwertiger Raddetektionssysteme (Quelle: Eigentum der Himmelsbach GmbH)

zelwagen oder Wagengruppen zu Zügen zusammengestellt, bevor sie zu ihren Bestimmungsorten fahren können. Hierzu sind Zugbildungsanlagen, besser bekannt als Rangierbahnhöfe, nötig.

Zugbremsanlagen sind an Abrollbergen von großer Bedeutung. Sie müssen trotz unterschiedlicher Beladung der einzelnen Wagen sicherstellen, dass ein Waggon vor dem Auftreffen auf den nächsten entsprechend unter die maximale Geschwindigkeit abgebremst wird. Dabei dürfen sie jedoch nur so stark abgebremst werden, dass die gewünschte Position noch erreicht wird.

Werden Radsensoren und Achszähl-systeme zur Weichensteuerung verwendet, so können diese Komponenten auch zur Ausgabe der Geschwindigkeit genutzt werden. Mithilfe dieser Information kann die Funktion von Gleisbremsen weiter optimiert werden. Teure und komplexe Zusatzeinrichtungen entfallen dadurch gänzlich (Bild 6).

1.11 Weitere Schaltanwendungen

Raddetektionssysteme werden häufig auch für Schalt- und Triggeraufgaben wie Gleiswaagen, Waschanlagen, Licht-raumprofilmessungen bzw. Checkpoints, Tore, Tunnelbeleuchtungen und vieles mehr verwendet.

Der Anwendungsvielfalt sind keinerlei Grenzen gesetzt.

2 Auswertemöglichkeiten moderner Raddetektionssysteme

Der Stand der Technik der Raddeteki-onssysteme wird eindeutig durch induktive Radsensoren – und hier insbesondere durch die sogenannten Doppelsen-soren – geprägt. Alle Frauscher-Radsen-soren sind nach diesem Prinzip aufgebaut. Sie verfügen somit über zwei indukti-ve Sensorsysteme. Diese redundan-te Ausführung ist zum einen notwendig

für SIL4-Anwendungen, zum anderen er-möglicht sie die Ausgabe von Zusatzin-formationen wie Überfahrtrichtung und -geschwindigkeit.

2.1 Funktionsprinzip

Die beiden Sensorsysteme sind nebenei- nander entlang der Schiene angeordnet. Die beiden Signalwerte stehen am Rad- sensor als eingeprägte Stromwerte zur Verfügung und können über die Kabel- strecke von einer intelligenten Auswerte- baugruppe in der Innenanlage mit unter- schiedlichen Algorithmen ausgewertet bzw. analysiert werden [1, 4].

Dabei sind neben den eigentlichen Nutzsignalen der Radsensoren auch Zu- standswerte des Sensors bezüglich sei- ner sicheren Wirkungsweise wie Abfall- erkennung, ordnungsgemäße Montage, mangelhafte Bedämpfung, Driftwerte und Störungen im Sensorsystem über- tragbar. Dieses Prinzip gestattet es zu- sätzlich, auf sensible und teure Elektro- nik am Gleis zu verzichten. Das erhöht nicht nur die Wirtschaftlichkeit der Ins- tallationen, sondern senkt nachhaltig die Lebenszykluskosten (LCC).

2.2 Überfahrt einer Achse

Bild 7 zeigt den analogen und digitalen Signalverlauf eines typischen Frauscher- Radsensors mit zwei unabhängigen Sen- sorsystemen (Sys1 und Sys2) bei Über- fahrt einer Achse bzw. eines Rades. Der gesamte mögliche Signalbereich kann dabei in folgende Zonen eingeteilt wer- den:

Bereich 1: Sensor ordnungsgemäß an der Schiene, kein Einfluss durch eine Achse/ein Rad

Bereich 2: Sensor durch ein Rad be- legt

Das analoge Signalbild ist proportional zur Bedämpfung und wird zur Auswerte- baugruppe als Gleichstromsignal über- tragen. Die jeweilige Auswertebaugrup- pe übernimmt die Bewertung dieser Si- gnale und stellt entsprechend der Kun- denapplikation digitale Schaltmuster an der Schnittstelle bereit.

2.3 Überfahrtrichtung

Neben der eigentlichen Detektion einer Achse sind diese Systeme in der Lage, auch zusätzliche Informationen wie bei- spielsweise die Richtung einer Überfahrt auszugeben. Hierbei können verschiede- ne Varianten der Richtungsimpulse ein- gesetzt werden: Richtungsimpuls am Be- ginn einer Überfahrt (1 Flankenrichtungs- impuls, 1 FI Ri Imp), oder an ihrem Ende (4 Flankenrichtungsimpuls, 4 FI Ri Imp).

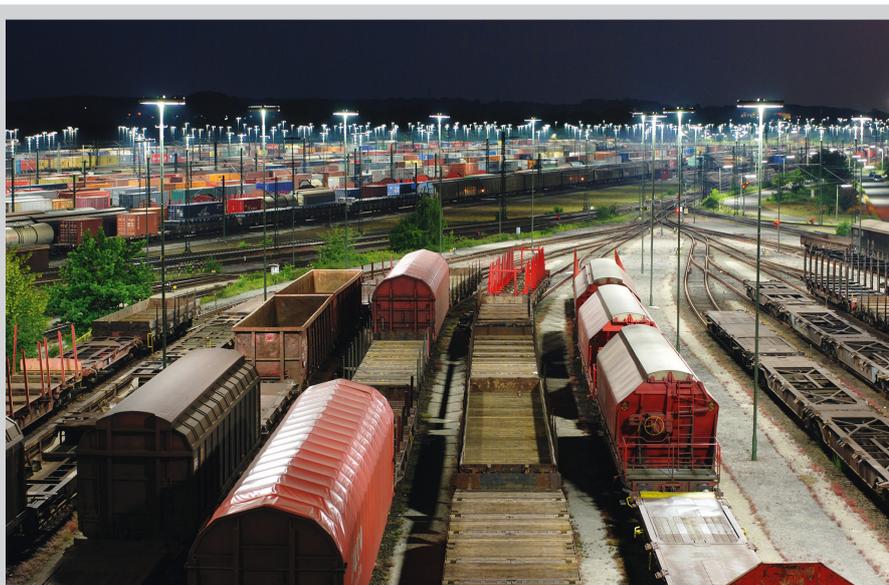


Bild 6: Raddetektion ist bei verschiedenen Anwendungen bei Zugbildungsanlagen integriert

2.4 Überfahrtgeschwindigkeit

Die Radsensoren sind wie bereits erwähnt sogenannte Doppelsensoren und bieten den Vorteil, dass die Auswertung der Geschwindigkeit anhand eines einzigen Sensors als Zusatzfunktionalität parallel zu weiteren Aufgaben erfolgen kann.

Über die Sensorkurven wird ein Messraster gelegt und so die Zeitdifferenz zwischen den Systemen gemessen. Die einzelnen Messwerte je Achse werden anschließend noch durch einen speziell entwickelten Algorithmus bewertet. Die Auswertebaugruppe VEB stellt die Geschwindigkeitsinformation einfach und kostengünstig über eine CAN-Schnittstelle mit weiteren Status- und Diagnoseinformationen zur Verfügung.

Obwohl die Ermittlung der Geschwindigkeit nur über einen einzelnen Sensor erfolgt und somit der Abstand der beiden Messpunkte nur wenige Zentimeter beträgt, gewährleistet das Messsystem VEB eine Genauigkeit von $\pm 3\%$ bis zu einer Geschwindigkeit von 160 km/h [3].

2.5 Raddurchmesser

Die Be- und Auswertung des analogen Radsensorsignals kann als eine Grundlage für die Erfassung und Berechnung des Raddurchmessers herangezogen werden. Eine Evaluierung des Dämpfunggrades des Radsensors sowie eine damit einhergehende Betrachtung von Zeitkomponente und Abstand der beiden Radsensorsysteme ermöglicht eine solche Funktionalität.

2.6 Radmittenimpuls

Betrachtet man bei der Be- und Auswertung der analogen Radsensorsignale beide Sensorsysteme im gemeinsamen Kontext, so kann ein entsprechender Algorithmus in der Auswertebaugruppe einen Radmittenimpuls erzeugen. Ein solcher wird dann ausgegeben, wenn sich eine Achse bzw. ein Rad exakt zwischen den beiden Radsensorsystemen befindet, also direkt in der Mitte des Radsensors. Dadurch werden punktgenaue und vor allem reproduzierbare Längen- bzw. Abstandszuordnungen in Anwendungen möglich. Der Radmittenimpuls wird dabei unabhängig von der Fahrtrichtung generiert und ausgegeben.

2.7 Achsanzahl

Neben der zuvor schon erwähnten Gleisfreimeldung, bei welcher die Gegenüberstellung von ein- und ausgezählten Achsen in einem Freimeldeabschnitt herangezogen wird, kann auch die bloße Information der Achsanzahl für diverse Anwendungen interessant sein.

Auswertebaugruppen bieten die Möglichkeit, die Anzahl der vorbeigefahrenen Achsen zwischenspeichern und dann auf Abruf bzw. getaktet an angebundene Systeme auszugeben.

2.8 Schnittstellen

Eine wesentliche Frage bei all diesen Anwendungen ist, wie die Auswertedaten an das übergeordnete System übergeben werden bzw. die Schnittstellen integriert werden können. Hier bieten die flexiblen Systeme von Frauscher alle erforderlichen Kommunikationstechnologien an – von Optokoppler- über Relais- bis hin zur sicheren Soft-



Sicherheit für den Übergang.



Sicherheit für die Zukunft.
Unsere Eisenbahn-Signaltechnik.

■ Induktive Radsensoren

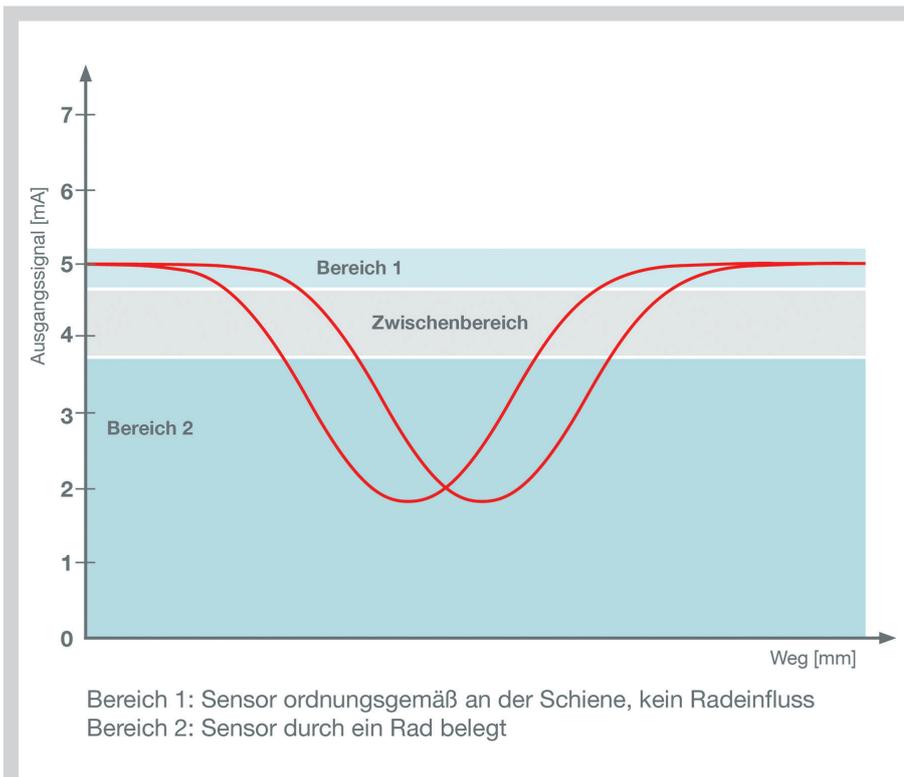


Bild 7: Analoges und digitales Signal bei einer Überfahrt

ware-Schnittstelle auf Ethernetbasis. Es stehen standardisierte Ausgangscharakteristika nach CENELEC in allen Levels (SIL0 bis SIL4) zur Verfügung (Bild 8).

3 Zusammenfassung

Modularität und Flexibilität der Hard- und Softwarekomponenten der Frau-

scher-Systeme zur Raddetektion bieten neben Standardfunktionen vielfältige weitere Funktionalitäten. Eine beinahe unerschöpfliche Differenzierung in Timing, Software-Protokoll, Signalverhalten, Pinbelegungen, Grundstellungsverhalten etc. bilden hierfür die Basis.

Zusätzliche Informationen wie Überfahrtrichtung, Überfahrtgeschwindigkeit,

Raddurchmesser, Radmitenimpuls oder Achszahl sowie moderne Schnittstellen eröffnen weitere, neue Anwendungsmöglichkeiten.

LITERATUR

- [1] Rosenberger, M.: Die Herausforderungen an Raddetektion und Achszählung in der Zukunft – Teil 1, SIGNAL+DRAHT, 9/2011
- [2] Grundnig G.; Pucher C.: Raddetektion und Achszählung als wesentliche Elemente zur Steuerung von BÜSA, SIGNAL+DRAHT, 12/2013
- [3] Rosenberger M.; Pucher C.: Raddetektion mit Geschwindigkeitsausgabe bietet echten Mehrwert, SIGNAL+DRAHT, 5/2013
- [4] Frauscher, J.: Vom Schienenschalter zum induktiven Radsensor mit Verfahrensmix, SIGNAL+DRAHT, 1+2/2006

Die Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Grundnig

Leiter Operations und Business Development

Anschrift: Gewerbestraße 1,

A-4774 St. Marienkirchen

E-Mail: gerhard.grundnig@frauscher.com

Christian Pucher

Leiter Marketing

Anschrift: Gewerbestraße 1,

A-4774 St. Marienkirchen

E-Mail: christian.pucher@frauscher.com

■ SUMMARY

Various applications of wheel detection systems with inductive wheel sensors

The modularity and flexibility offered by the hardware and software components in the Frauscher wheel detection systems provide a wide range of extras in addition to their standard functions. They are based on an almost inexhaustible differentiation in timing, software protocols, signal behaviour, pin assignments, home setting behaviour, etc.

Additional information such as direction of traffic, train speed, wheel diameter, wheel centre pulse or number of axles, as well as modern interfaces, open up a whole new range of areas of application.

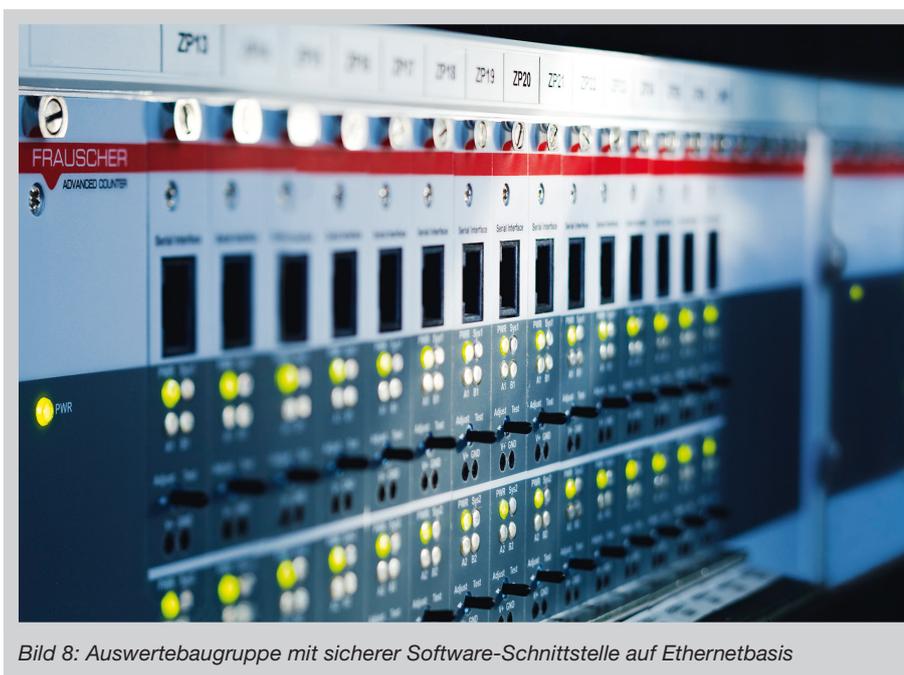


Bild 8: Auswertebaugruppe mit sicherer Software-Schnittstelle auf Ethernetbasis