

Autarke Sensoren beziehen ihre Versorgungsenergie beispielsweise aus den Vibrationen der kilometerlangen Güterzüge



Autarke, drahtlose Sensornetzwerke für Güterzüge

Kostenintensive Entgleisungen effektiv vermeiden

Heute verfügen Güterzüge über keinerlei elektronische Ausrüstung zur Überwachung der Wagen oder der Fracht. Wegen Infrastrukturproblemen kommt es immer wieder zu Entgleisungen einzelner Wagen, was oft viel zu spät bemerkt wird. In einer Forschungsarbeit hat die ZHAW School of Engineering mit der Firma duagon AG ein Konzept für ein drahtloses Sensornetzwerk entwickelt, welches diese Lücke schliessen soll.

» Lukas Gisin und Dr. Stefan Eberli, duagon AG, sowie Prof. Dr. Juan-Mario Gruber, Institute of Embedded Systems, ZHAW

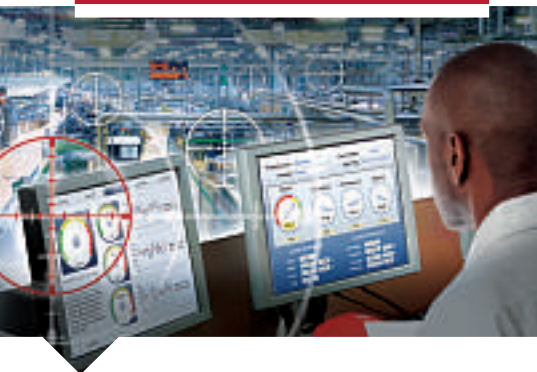
Der Güterverkehr auf der Schiene ist ein wichtiger Transportweg, nicht nur in Europa, sondern weltweit. Auch in der Schweiz gibt es politische Bestrebungen, einen Grossteil des Güterverkehrs auf die Schiene zu verlagern – bereits seit 2008 besteht das Güterverkehrsverlagerungsgesetz (GVVG). Auch die EU setzt auf den Ausbau des Schienenverkehrs für den Personen- und Güterverkehr in Europa. Im Rahmen des strategischen Forschungs- und Innovationsprogramms Horizon 2020 werden im Projekt Shift-2-Rail Konzepte für den Schienenverkehr von morgen entwickelt und

erprobt. Dies beinhaltet unter anderem die elektronische Überwachung der Güterwagen und der transportierten Fracht. Bis heute ist dies auf Güterzügen nicht möglich, da diese lediglich mechanisch und pneumatisch aneinandergeschlossen sind und über keinerlei elektronische Infrastruktur verfügen. Die komplette Elektrifizierung bzw. Verkabelung der Güterzüge liegt wegen des grossen Aufwands und den damit verbundenen Kosten noch in ferner Zukunft. Die Projektpartner bei duagon und ZHAW arbeiten deshalb an drahtlosen Lösungen.

Entgleisungen zu verhindern heisst auch, mehrere Mio. Euro einzusparen

Vielerorts sind Infrastruktur sowie Rollmaterial veraltet und fehleranfällig. Das führt sogar zu Entgleisungen. Untersuchungen der Europäischen Kommission (D-Rail Projekt) haben gezeigt, dass über 70 % der Zugentgleisungen in Europa auf solche Fehler zurückzuführen sind. Weitere Untersuchungen haben ergeben, dass mehr als die Hälfte der Vorfälle Güterzüge betreffen. Abschätzungen ergaben, dass eine Entgleisung durchschnittlich einen Schaden in Höhe von 700 000 Euro verursacht. →

The Connected Enterprise im Fokus



Vernetzen Sie Ihr Unternehmen. Verbessern Sie Ihre Performance.

Die weltweit führenden Fertigungs- und Industrieunternehmen setzen Manufacturing Intelligence Tools ein, nutzen so ihre Ressourcen effizienter und erreichen damit ihre Ziele. Die Tools unterstützen eine höhere Zuverlässigkeit und Qualität, mit denen die Spitzenreiter eine Gesamtanlageneffektivität von 80 % und mehr erzielen.

80%

und mehr erzielen Spitzenreiter bei der Gesamtanlageneffektivität

Laden Sie das Connected Enterprise Whitepaper herunter auf www.rockwellautomation.com/connectedenterprise

Rockwell Automation

 Allen-Bradley • Rockwell Software

Im Jahr 2014 verzeichnete das Statistikamt der Europäischen Kommission (Eurostat) 58 signifikante Entgleisungen von Güterzügen. Dies ergibt im Schnitt mehr als eine Entgleisung pro Woche und Kosten von über 40 Mio. Euro pro Jahr. Entgleisungen mit geringerem Schadensausmass (unter 150 000 Euro) und solche auf firmeneigenen Rangierarealen sind hier nicht eingerechnet.

Bei einer Entgleisung springen meist nur einzelne Wagen einer Zugkomposition oder auch nur eine Achse eines Wagens aus den Schienen. Die betroffenen Wagen fallen nicht zwangsläufig seitlich um und bremsen den Zug, sondern werden weiter mitgezogen. Die dabei entstehenden Schwankungen der Längskräfte werden jedoch von den anderen, nicht entgleisten Wagen wieder gedämpft, sodass bei der Lokomotive keine Anzeichen mehr feststellbar sind. Dies kann dazu führen, dass entgleiste Wagen kilometerweit mitgezogen werden und dabei erhebliche Schäden an der gesamten Infrastruktur entlang der Strecke und Kosten von mehreren Mio. Euro verursachen. Des Weiteren steigt das Risiko eines noch grösseren Schadens, insbesondere wenn Gefahrgüter involviert sind. Genau hier können elektronische Überwachungssysteme einsetzen und im Falle einer solchen Entgleisung unmittelbar den Lokführer alarmieren, damit dieser den Zug schnell, aber kontrolliert zum Stillstand bringen kann.

Überwachung von Erschütterungen

Das Institute of Embedded Systems (InES) der ZHAW hat in einer Forschungsarbeit mit der Firma duagon ein Konzept zur Detektion von Entgleisungen und der drahtlosen Übertragung von Statusmeldungen und Alarmen an die Lokomotive entwickelt. Intelligente Sensoren auf den einzelnen Wagen messen die Vibrationen und analysieren diese in Echtzeit. Dabei werden kontinuierlich Serien von Messwerten erfasst, gefiltert und mit weiteren Berechnungen auf einen Indikationswert pro Messserie reduziert. Daraus lässt sich eine mögliche Entgleisung des Güterwagens ableiten.

Im Normalbetrieb senden die Sensoren die Ergebnisse in regelmässigen Zeitabständen an den zentralen Knoten in der Lokomotive. Dort können die Daten zur weiteren Verarbeitung und Langzeitauswertung abgespeichert werden. Bei einer detektierten Entgleisung wird unmittelbar ein Alarm gesendet, um den Lokführer zu warnen und gegebenenfalls eine kontrollierte Notbremsung einzuleiten.

Firmenprofile

Die **duagon AG** ist ein Schweizer Technologieunternehmen im Schienenfahrzeugmarkt mit Sitz in Dietikon. Die Kernkompetenz liegt in der Entwicklung und Fertigung von Embedded Kommunikations- und Kontrollsystemen für den Einsatz in Schienenfahrzeugen.

Das **Institute of Embedded Systems, InES**, an der School of Engineering der ZHAW identifiziert und realisiert innovative Technologielösungen in enger Kooperation mit Partnern aus Industrie und Wirtschaft. Kernkompetenzen des InES sind Embedded Systems, dazugehörige Kommunikationslösungen, Energy Harvesting und Low-Power Electronics. Der Schwerpunkt Autarke Systeme befasst sich mit der Konzipierung und Realisierung energieautarker Embedded Systeme auf der Basis von Energy Harvesting.

Für Güterzüge ist die Stromversorgung eine Herausforderung

Ein drahtloses Sensornetzwerk auf Güterzügen aufzubauen bringt abgesehen vom Kostendruck zwei grosse Herausforderungen mit sich. Dies ist einerseits die drahtlose Übertragung der Sensordaten an die Lokomotive und andererseits die Stromversorgung der einzelnen Sensoren. Güterzüge können in einigen Weltregionen eine Gesamtlänge von bis zu drei Kilometern haben. Gefragt sind neue Konzepte, um die Daten sicher und effizient an die Lokomotive zu übermitteln. Dies alleine wäre verhältnismässig leicht zu realisieren, wenn hier nicht die zweite Herausforderung – die Stromversorgung – hineinspielen würde. Es gibt auf den Güterzügen keinerlei elektronische Infrastruktur und somit auch keine Stromversorgung für die Sensoren auf den einzelnen Wagen. Die einfachste Variante sind Batterien, allerdings mit dem Nachteil, dass diese alle paar Jahre wieder ersetzt werden müssen. Das bringt wiederum zusätzlichen Wartungsaufwand und Kosten mit sich.

Autarke Sensoren – ganz ohne Batterie und Stromzufuhr

Das Forschungsprojekt der duagon AG und des InES setzt auf eine aufstrebende Technologie, dem sogenannten Energy Harvesting. Unter diesem englischen Begriff versteht man das Gewinnen von kleinen Energiemengen aus der direkten Umgebung. Als Energiequellen dienen beispielsweise Licht, Temperaturunterschiede, elektromagnetische Strahlung oder



Ein Sensornetzwerk mit mehreren TI-CC1310-Entwicklungsboards zeigte im Labor, dass für den Betrieb eines Sensors bei 14-dBm-Sendeleistung 1 mW Energie ausreicht

Bewegung. Letztere ist in Form von niederfrequenten Vibrationen auf Güterzügen sehr präsent und gilt in diesem Projekt als bestgeeignetste Energiequelle. Der Vorteil liegt darin, dass im Betrieb laufend elektrische Energie generiert wird, wodurch Batterien überflüssig sind und somit das autarke Betreiben der Sensoren ermöglicht wird. Voraussetzung ist jedoch, dass die Sensoren sehr energieeffizient sind, da mit Energy Harvesting nur geringe Energiemengen zur Verfügung stehen.

Güterzüge und autarke Sensoren passen gut zusammen

Ein Vergleich von Energy Harvestern hat ergeben, dass solche mit induktivem Wirkprinzip aufgrund ihrer Effizienz bei niederfrequenten Vibrationen am besten für den Einsatz auf Güterzügen geeignet sind. Aufgrund weiterer Untersuchungen kann eine durchschnittliche Ausgangsleistung von 1 bis 5 mW erwartet werden. Zur Verifikation des vorgestellten

Konzeptes wurde ein Sensornetzwerk mit mehreren Texas-Instruments-CC1310-Entwicklungsboards realisiert. Im Labor zeigte man damit, dass für den Betrieb eines Sensors inkl. Datenerfassung, Analyse und drahtloser Übertragung bei einer Sendeleistung von 14 dBm, eine durchschnittliche Leistungsaufnahme unter 1 mW erreicht wird. Dieses Ergebnis bestärkt die Aussage, dass autarke Sensoren mit Energy Harvesting auf Güterzügen realisiert werden können. <<

Infoservice

duagon AG
Riedstrasse 12, 8953 Dietikon
Tel. 044 743 73 00, Fax 044 743 73 15
mail@duagon.com, www.duagon.com

Institute of Embedded Systems, InES
Technikumstrasse 9, 8401 Winterthur
Tel. 058 934 75 25, Fax 058 935 75 25
info.ines@zhaw.ch, www.zhaw.ch/ines



SEILZUGSENSOREN FÜR WEG, LÄNGE & POSITION

- Einfach, präzise und genau
- Verschiedene Modelle mit Messbereichen von 50 mm bis 50 m
- Auch kundenspezifische OEM-Serien
- Für schwierige industrielle Umgebung
- Verschiedene Ausgänge:
Encoder, Potentiometer, Strom, Spannung
- Einfache Montage und Bedienung



Tel. +41 71 250 08 38

www.micro-epsilon.ch/wire