

Der Einfluss innovativer Cargo-Lösungen auf die Automatisierung des Bahnbetriebs

The influence of innovative freight solutions on automated rail operations

Bild 1: Schlagworte im Digitalisierungsumfeld für die Bahn der Zukunft
Fig. 1: The keywords in the field of digitalization for tomorrow's railways

Markus Pelz

Die Automatisierungsbestrebungen für den Bahnbetrieb sind ein stets wiederkehrendes Thema, wengleich mit der aktuellen Digitalisierungswelle eine neue Ära eingeleitet wurde. Vor allem die Geschwindigkeit, in der eine digitale Bahn der Zukunft diskutiert wird (Bild 1), wirkt auf das eher konservativ geprägte Bahn Umfeld belebend. Der vorliegende Beitrag beleuchtet in diesem Kontext einige Trends aus Sicht des Cargo-Umfelds.

1 Einleitung

Mit der Digitalisierung wird es nunmehr technologisch möglich, jedes Element mit jedem anderen Element jederzeit zu verbinden. Daraus ergeben sich u.a. völlig neue Möglichkeiten in der Arbeitsorganisation, in der Flexibilität und in der Anpassung an die sich verändernden Marktbedingungen. Durch die Vernetzung sind völlig neue Optimierungsmöglichkeiten und Geschäftsmodelle möglich, was das Thema Digitalisierung für viele Bahnunternehmer weltweit spannend macht. Ein Beispiel: Auf ungeplante Ereignisse kann dank „Always connected“-Lösungen umgehend reagiert werden, indem diese z.B. durch eine vorausschauende Prognose „planbar“ werden. Der Wunsch zahlreicher Bahnen, den Bahnbetrieb höher zu automatisieren, ist also nachvollziehbar und richtig. Viele Überlegungen sind dabei nicht neu, was durchaus positiv ist, erleben aber durch die Digitalisierung eine Renaissance und bedürfen einer neuen Bewertung. Es geht sprichwörtlich nichts mehr ohne digitale Lösungen im Bereich zukünftiger Betrachtungen des Schienenverkehrs – vor allem die Angst davor, dass autonome Straßenfahrzeuge das Bahnfahren im Modal Split weiter verlieren lassen, ist ein maßgeblicher Treiber für die Anstrengungen zur Steigerung des Automatisierungsgrades bis zum vollautomatisierten Fahren [1]. Dass diese Angst nicht ganz unbegründet ist, zeigen aktuelle Berichte über die Roadmap der

The ambition to automate rail operations is a constantly recurring theme, even though the current wave of digitisation has already ushered in a new era. In particular, the speed at which the digital railway of the future is being discussed (fig. 1) has had a revitalizing effect on the rail environment which generally tends to be conservative by nature. This article highlights a number of trends from the freight sector's point of view within this context.

1 Introduction

In fact, thanks to digitalization it is now technologically possible to connect any element to any other element at any time. This has resulted in totally new possibilities in work organisation, flexibility and adaptation to changing market conditions. Continuous networking has opened up completely new potential for optimisation and business models, making the theme of digitalization an exciting prospect for many railway companies throughout the world. As an example, “always connected” solutions permit unscheduled events to be responded to immediately by making them “plannable” using a look-ahead forecast. The wish of many railway companies to increase the level of automation in rail operations is therefore both understandable and correct. Many of the ideas in this area are not new, which is generally positive, but they are undergoing a certain renaissance thanks to digitalization and need to be reassessed. Actually, digital solutions are becoming indispensable in future considerations of rail transport. In particular, the fear that driverless road vehicles will cause rail transport to further lose out in the modal split has become a major driver of the efforts to boost the level of automation all the way up to fully automated operations [1]. The fact that this fear is not entirely unjustified has been demonstrated by current reports on the truck sector's roadmap (i.e.

Lkw-Branche [2, 3], in zehn Jahren zum autonomen Lastzug zu gelangen. Das Ziel vieler Bahnen geht über das hochautomatisierte Fahren hinaus und beinhaltet die Automatisierung der gesamten Produktionskette des Bahnbetriebs: von der Planung, Disposition über die Zugbildung bis zum eigentlichen Fahren des Zuges. Ein Kernbereich der Produktion Bahnbetrieb ist der Schienengüterverkehr (SGV). Für den SGV ist das Rückgrat dieser Kette eine hochautomatisierte Zugbildung. Hierfür haben sich u. a. teilautomatisierte Zugbildungsanlagen (ZBA) etabliert, wenngleich insbesondere die komplexen Anlagen mit Ablaufberg heutzutage am Rande der Wirtschaftlichkeit arbeiten. Würden diese jedoch wegfallen, wäre ein komplexes Bahnnetz überfordert. Die einzige Alternative liegt demnach darin, die Leistungsfähigkeit zu steigern und die Lebenszykluskosten zu senken. Dies erreicht man nur mit der Unterstützung neuer Technologien.

2 Innovationen für die Zukunft des SGV

Nur durch innovative Lösungen besteht für die Bahn die Chance, das effiziente Verkehrsmittel der Zukunft zu sein. Hierfür muss die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Verkehrsträgern gesteigert werden. Daher verwundert es nicht, wenn der Ruf nach „digitalen“ Lösungen im Bahnsystem lauter wird und die Anforderungen der Bahnen weltweit ähnlich gelagert sind:

- Erhöhung der Kapazität bei vorhandener Infrastruktur
- stets hohe operative Verfügbarkeit
- hohe Sicherheit in allen Betriebssituationen
- Gewährleistung der Qualität des Bahnverkehrs unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten

Dies in Zukunft sicher zu stellen, lässt sich ohne weitere Maßnahmen zur Automatisierung in der Prozesskette des Bahnbetriebs kaum bewerkstelligen. Auch wächst der SGV trotz steigenden Güterverkehrsaufkommens nach wie vor nicht im selben Maße wie der Lkw-Verkehr. Wird jedoch im Wesentlichen in den Personenfernverkehr investiert und der SGV vernachlässigt, werden die im deutschen Netz herrschenden Randbedingungen (z. B. Mischverkehr, komplexes Netz etc.) dazu führen, dass sich die erreichbaren Verbesserungen nicht signifikant auf die übergreifende Produktionskette der Bahnen auswirken können. Lösungen wie „cloud based signalling“, „automated driving“, „Big Data“, „connectivity“, „intelligentes Verkehrsmanagement“ etc. werden auch im Cargo-Umfeld für Innovationsschübe sorgen. Die richtige Investition in innovative und bewährte Cargo-Lösungen wird zur Gretchenfrage einer höheren Kapazität im deutschen Netz. Das Ziel sollte lauten, ein realistisches Bild der technischen und prozessualen Möglichkeiten aufzuzeigen.

3 Herausforderungen für mehr Verkehr auf der Schiene

3.1 Modal Shift

Der SGV steht im Wettbewerb mit dem Straßengüterverkehr. Die Bahnen müssen zukünftig flexibel Transportkapazitäten bereitstellen und Aufträge in kurzer Zeit, mit hoher Zuverlässigkeit sowie wirtschaftlich ausführen. Benötigt werden demnach Technologien, um z. B. Waggons wesentlich besser auszulasten, längere Züge einzusetzen und Achslasten zu erhöhen – mit ATO (Automatic Train Operation) ließen sich bspw. viele Strecken dichter befahren. Der Aufwand beim Rangieren und Zugbilden sollte deutlich verringert werden. Bislang vergehen teilweise mehrere Stunden, bis ein Zug zusammengestellt ist. Die Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) sehen den Bedarf, den Marktanteil zu halten / zu erhöhen, die Betriebskosten zu senken und den internationalen Ver-

in [2, 3]) für die implementation of fully automatic truck-and-trailer operations within ten years. The objective of many railway companies, however, goes beyond highly automatic operations and involves the automation of the entire rail production chain, from planning, dispatching and train formation through to actual train operations. Rail freight transport is a core area of production in rail operations. Similarly, highly automated train formation constitutes the backbone of the chain for rail freight transport. For example, partially automated train formation yards have been established, despite the fact that complex hump yards in particular are currently operating at the limits of their cost-effectiveness. If, however, they no longer existed, a complex rail network would be unable to cope. Accordingly, the only alternative is to boost efficiency and reduce lifecycle costs. This can only be achieved with the support of new technologies.

2 Innovations for the future of rail freight transport

It is only through innovative solutions that the railway will have a chance to be an efficient means of transport in the future. As such, its competitive edge over other means of transport must be boosted. It is therefore not surprising that calls for digital solutions for rail systems are becoming more vociferous and that railway companies' requirements are highly similar all over the world:

- increased capacity using the existing infrastructure
- continuously high levels of operative availability
- high levels of safety under all operating situations
- assured rail transport quality under economic aspects

This can only be achieved in the future with the implementation of further automation measures in the rail operations process chain. Furthermore, rail freight transport is not increasing at the same rate as road transport despite rising freight transport levels. However, if investments concentrate on mainline passenger transport and rail freight transport is neglected, the general conditions prevailing in the German rail network (i. e. mixed traffic, network complexity, etc.) will result in the achievable improvements having no significant impact on the higher-level rail production chain. Solutions such as cloud-based signalling, automated driving, „big data“, connectivity, intelligent transport management, etc., will also boost innovations in the field of rail freight transport. The right investments in innovative and tried-and-tested freight solutions will become a crucial question with regard to higher capacity in the German rail network. The objective should be to present a realistic picture of the technical and process-specific possibilities involved.

3 The challenges for more transport by rail

3.1 A modal shift

Rail transport is in competition with road transport in the field of freight. In the future, railways will have to provide transport capacities flexibly and execute orders quickly, reliably and cost-effectively. As such, build-on technologies are required in order to make far better use of car capacity, to operate longer trains and to increase axle loads. ATO (automatic train operation) could be used to operate trains on many lines more frequently. The work involved in shunting and train formation should be considerably decreased. At present, several hours are sometimes required before a train is finally formed. Rail transport companies see the need to maintain / increase their market share, reduce their operating costs and optimise international transport.

kehr zu optimieren. Dafür müssen die Wettbewerbsbedingungen durch z. B. eine bessere Produktion optimiert werden. Hersteller wie Siemens können den Bahnbetreibern helfen, das Leistungsspektrum der Bahnen zu erhöhen. Wichtig sind im interoperablen SGV-Kontext kompatible technische Lösungen. Nur ein europaweit integriertes Schienennetz kann gegenüber dem Straßengüterverkehr hinreichend attraktiv sein.

Eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit kann gelingen durch

- Bündelung und Bildung von größeren Wagengruppen
- Verkürzung der Be- und Entladezeiten der Züge
- Optimierung der Auslastung (Erhöhung der Transportvolumina, der Transportgewichte und der Zuglängen)
- Nutzung innovativer Betriebsmittel (z. B. Telematiksysteme)
- Maßnahmen zum besseren Informationsaustausch
- Verstärkte Nutzung moderner IT-Tools (z. B. Buchungsplattformen, Dispositionstools)
- Sendungsverfolgung (Tracking und Tracing)
- Verbessertes Informationsaustausch zwischen den Akteuren im Sektor mit dem Ziel der verstärkten Zusammenarbeit und Erhöhung der Auslastung (Produktivität von Güterzügen)
- Ausrüstung der Rangierbahnhöfe mit flächendeckenden drahtlosen Kommunikationstechnologien

Das Thema Sendungsverfolgung und Statusinformation ist in der Logistik heute selbstverständlich. Auch der SGV wird diese Informationen den Kunden zur Verfügung stellen. Zur Bündelung von Transporten bedarf es weiterhin moderner, unternehmensübergreifender und offener IT-Systeme. Auch für multimodale Transportketten ist der Informationsaustausch zwischen allen Beteiligten (Verladern, Terminals, EVU) ein Muss. Das Leistungsangebot sollte online zur Verfügung stehen, die Verknüpfung von Kapazität und Angebot sollte Standard sein. Angebotsanpassungen werden online erstellt und können mit „einem Klick“ veröffentlicht werden. Restkapazitäten werden automatisiert erkennbar gemacht und online buchbar sein. Die Einbindung einer Optimierungslösung für die Disposition und Durchführung von Rangierfahrten führt zu einer effizienteren Abwicklung der Zugbildung. Wenn diese Daten eine Schnittstelle zur Personalplanung erhalten, die Aufgabenabwicklung unterstützt durch mobile Endgeräte stattfindet, die Übernahme der Zuginformationen von EVU elektronisch geschieht, eine automatisierte Eingangsreihungskontrolle flächendeckend eingesetzt wird, dann wird es aus operativer und kommerzieller Sicht ein Erfolg. Wichtiger denn je wird die Analysefähigkeit der erhobenen Daten. Mit einer Schnittstelle zu einem Abrechnungssystem werden neue Geschäftsmodelle Realität.

3.2 Zugbildungsanlage – das Rückgrat des Bahnsystems

Nach wie vor benötigt der SGV zukunftsfähige Drehscheiben in Form von Zugbildungsanlagen (ZBA) an den Knotenpunkten des Schienennetzes. Die ZBA im Hinterland übernehmen das Verteilen und Zusammenführen der Zugteile. Die größer werdenden Entfernungen (z. B. Seidenstraße) führen zwar zu einer Verringerung der absoluten Anzahl der ZBA, aber die Konzentration auf diese erhöht zukünftig deren Anforderungen. Eine hohe Leistungsfähigkeit, Verfügbarkeit und Verlässlichkeit der ZBA bestimmen die Attraktivität des SGV gegenüber Logistikern und Spediteuren, für die Planbarkeit und größtenteils Geschwindigkeit maßgeblich sind. Dies bedingt im Sinne der Digitalisierung u. a. intelligente Systeme zur Vernetzung und Disposition der einzelnen ZBA und das Einbringen bzw. Zulassen von Innovationen in bewährte Technik und Verfahren.

ZBA lassen sich in drei Kategorien aufteilen:

In order to do so, competition conditions must be optimised through better production, for example. Manufacturers such as Siemens can help railway operators to expand the range of services provided by railways. Compatible technical solutions are important within the interoperable context of rail freight transport. Only a European-wide integrated rail network can be sufficiently attractive against road freight transport.

Cost-effectiveness can be enhanced by means of the following:

- the bundling and formation of longer groups of wagons
- shortened train loading and unloading times
- optimised capacity (increased transport volumes, transport loads and train lengths)
- the use of innovative equipment (i. e. telematics systems)
- measures to improve the exchange of information
- increased use of state-of-the-art IT tools (i. e. booking platforms and dispatching tools)
- tracking and tracing
- the improved exchange of information between the protagonists within the sector with the objective of improved cooperation and boosted capacity (freight train productivity)
- marshalling yard equipment with full-coverage by wireless communication technologies

Nowadays, the topics of tracking and tracing and status information are a matter of course in logistics. Rail freight transport will also make this information available to its customers. State-of-the-art, inter-company, open IT systems will continue to be necessary for the bundling of transport activities. The exchange of information between all the parties involved (loaders, terminals, rail transport companies) is also imperative for multimodal transport chains. The range of services involved should be provided online and the link between capacity and what is on offer should be a standard feature. Adjustments to what is on offer will be created online and be able to be published with a simple click. Residual capacity will be indicated automatically and be able to be booked online. The integration of an optimisation solution for the dispatch and performance of shunting movements will result in more efficient train formation. If this data is provided with an interface to a staff planning system, tasks can be performed with the support of mobile terminals, train information can be received from rail transport companies in electronic form and automatic incoming sequence checks can be applied in full. This will then become a successful model from an operative and commercial point of view. The ability to analyse the compiled data will become more important than ever. New business models using an interface to a billing system will become a reality.

3.2 Train formation yards – the backbone of the rail system

Rail freight transport continues to need futureproof hubs in the form of train formation yards at the rail network's nodes. The train formation yards distribute and combine the train components in line with the relevant directions. Although the increasing distances (i. e. the Silk Road) admittedly result in a decrease in the absolute number of train formation yards, the future concentration on existing yards will increase their capacity utilisation levels. A high level of performance, availability and reliability determines rail freight transport's attraction to logisticians and carriers, for whom predictability and speed in particular are essential. From the point of view of digitalization, this requires intelligent systems for the networking and scheduling of individual train formation yards and the integration and approval of innovations using tried-and-tested technologies and processes. Train formation yards can be divided into three categories:

- Komplexe Rangierbahnhöfe, bestehend aus komplexen Steuerungsanlagen mit Ablaufberg, Gleisbremsen und Wagenerkennung
- Wenig komplexe Rangierbahnhöfe und Abstellanlagen ohne Ablaufberg, bei denen flach rangiert wird, mit und ohne Rangierfahrstraßen und teilweise Zugfahrstraßen bzw. Teilzugfahrstraßen
- Ortsbediente Weichen, bei denen die einzelne Weiche bedient wird oder Fahrwege über mehrere Weichen gleichzeitig gestellt werden können

Bei Neuanlagen für ortsbediente Weichen existiert beispielsweise mit IntelliYard® Switchguard DPC ein innovatives, funkbasiertes System, bei dem die Weichen z.B. per Tablet vom Führerstand aus gestellt werden können. Dadurch ist eine effizientere Betriebsabwicklung ggü. dem herkömmlichen Schlagtaster gegeben. Mit der entsprechenden IT-Infrastruktur ist dieses System problemlos erweiterbar und bietet zahlreichen Komfort für den Rangierer, aber auch für den Eisenbahnbetriebsleiter (EBL). Im Kontext komplexer und weniger komplexer Rangierbahnhöfe werden Anstrengungen in die Abwicklung des Betriebes laufen müssen, um hier ggü. dem Straßenverkehr zukunftsfähig aufgestellt zu sein. Eine Vision ist die ZBA der Zukunft als eine Art vollautomatische Zugbildungs-maschine. Hier müssen jedoch Erfahrungsträger aus der Industrie, des Netzes und der EVU gemeinsam an Lösungswegen arbeiten.

4 Neue Chancen im Umfeld der Digitalisierung

„Digitale Technologien“ eröffnen grundlegend neue Chancen, den Bahnbetrieb in die Zukunft zu überführen. Auffällig ist, dass sich ein Paradigmenwechsel durchzusetzen scheint, der die Wertigkeit von Service- oder Dienstleistungen wachsen lässt. So ist auch im Bahnumfeld erkennbar, dass Daten (oder „neudeutsch“ Big Data) das Geschäft der Zukunft sein können. Daten zu besitzen, wie z.B. eine unterbrochene Kühlkette beim Transport mit einem Güterwagen, aus denen dann Services (also die Erhebung der Daten und der Verkauf dieser Information) generiert werden können, wird uns zukünftig mehr beschäftigen. Die zunehmende Vernetzung der Feldelemente, ganzer Stellwerke und Stellbezirke wird sich positiv auf den Bahnverkehr auswirken: Die Digitalisierung wird dem SGV nicht nur zu mehr Produktivität und einer höheren Wirtschaftlichkeit verhelfen, sondern auch zu einer hohen Qualität. Predictive Maintenance (zustandsabhängige Wartung) und die unterbrechungsfreie Verfolgung von Güterwagen

- complex marshalling yards comprising high-complexity control systems with humps, retarders and car detectors
- less complex marshalling and stabling yards without humps where marshalling operations are flat, with and without shunting routes and, in some cases, train routes or partial train routes
- decentralised point installations at which individual sets of points can be operated or routes set simultaneously via several sets of points

In the case of new decentralised point installations, IntelliYard® Switchguard DPC, for example, is an innovative radio-based system which enables the points to be set by tablet from the driver’s cab. This enables more efficient operations as opposed to traditional post-mounted buttons. This system can easily be expanded with the appropriate IT infrastructure and it offers considerable user-friendly features for both the shunter and the railway operations manager. Within the context of both complex and less complex marshalling yards, efforts will have to be made to futureproof the railway against road transport. One vision involves the transformation of future train formation yards into a kind of fully automatic train formation machine. However, experienced specialists from industry, the rail network and rail transport companies will have to cooperate in finding positive solutions in this respect.

4 New opportunities in the field of digitalization

Digital technologies are opening up fundamental new opportunities for rail operations to move into the future. It is conspicuous that a paradigm shift seems to be asserting itself, allowing the value of services to increase. As such, it is also apparent in the rail sector that big data could prove to be the business of tomorrow. In the future, we will be more and more concerned with the possession of data, such as an interrupted refrigerating chain when transporting goods by rail, which will enable services (the compilation and sale of this information) to be generated. The increasing networking of field elements, entire interlocking systems and controlled areas will have a positive effect on rail transport. Digitalization will help rail freight traffic to not only become more productive and cost-effective, but also to gain in quality. Predictive maintenance and the continuous tracking of freight cars and their carried freight are only two

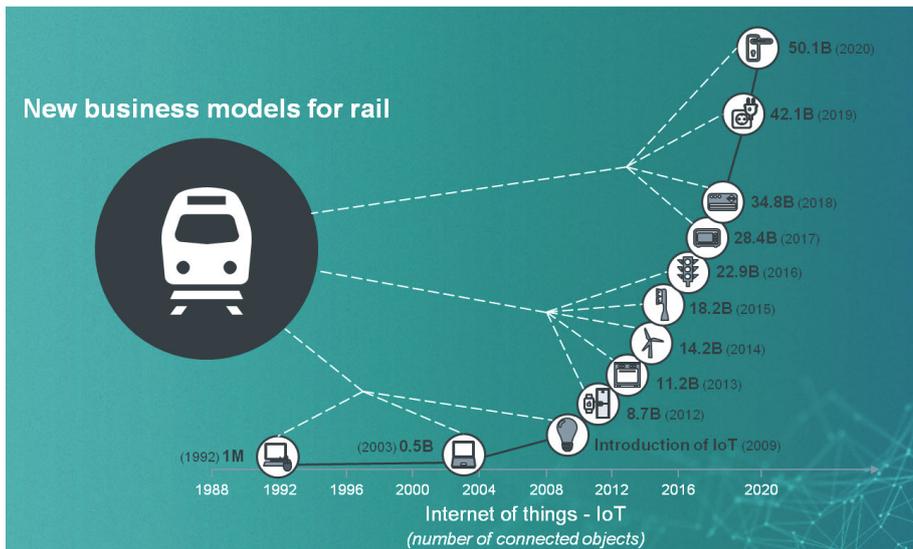


Bild 2: Anzahl verbundener Objekte im Internet der Dinge (IoT) [4]

Fig. 2: The number of objects connected in the Internet of Things (IoT) [4]

bzw. deren Gut sind nur einige Beispiele dafür. Die Verknüpfung zahlreicher Objekte im Internet der Dinge (engl. Internet of Things – IoT) ist einem exponentiellen Anstieg verfallen (Bild 2). Diese Basis bietet der Bahnindustrie und den Bahnbetreibern zahlreiche neue Aufgaben und erfordert das Entwerfen neuer Geschäftsmodelle.

5 Lösungsansätze für den Cargo-Bereich

Nimmt man es genau, befindet sich die Bahn bereits seit mehr als 20 Jahren im digitalen Zeitalter (spätestens seit der Einführung elektronischer Stellwerke) und es arbeiten nach wie vor Menschen im System Bahn. Sei es der Lokführer, der Lokrangierführer, der EBL, der Wagenmeister etc., sie alle spielen eine wichtige Rolle in der Produktionskette der Eisenbahn. Auch mit der zunehmenden Automatisierung bis hin zur Autonomisierung bestimmter Bereiche werden wir diese „Rollen“ benötigen, jedoch können wir ihnen Dank der Digitalisierung unserer Anlagen assistieren, Aufgaben abnehmen und Arbeiten effizienter, weniger fehlerbehaftet und damit sicherer durchführen lassen. Dadurch werden Prozesse effizienter und z. B. schnellere Umlaufzeiten für die Güterwagen realisierbar. Beispielhaft können Ideen der DB Cargo genannt werden, die sich mit Rangierrobotern auseinandersetzen. Erste prototypische Schritte hin zu einer vollautomatischen Abdrücklok konnte DB Cargo im vergangenen Jahr zeigen [5].

Viele einzelne Bausteine werden betrachtet, das große Ganze jedoch, eine „Zugbildungsanlage der Zukunft“, in der nicht nur neue Technologien, sondern vor allem neue Prozesse, überarbeitete Schnittstellen und Rollen anders verstanden und gelebt werden, muss noch reifen. Erste Schritte ist Siemens bereits vor vielen Jahren gegangen. Durch die Evolution der Sicherungstechnik existieren schon heute Strukturen für eine zukunftsfähige Bahn. Mittlerweile ist es nur noch eine Frage der Zeit, wann wir in Europa flächendeckend mit ETCS unterwegs sind. Zahlreiche Landesbahnen zielen darauf ab, ATO [1] einzusetzen und werden bei den Fern- und Nahverkehrsstrecken digitalisierte Stellwerke einführen. Cloud-basierte Betriebsleittechnik ist bereits im Einsatz (bei der Schweizer Gornergrat Bahn als weltweit erstes Betriebsleitsystem, das als Service umgesetzt ist). Daten aus einzelnen Fahrwegelementen können ausgelesen und im Sinne einer vorausschauenden Wartung ausgewertet werden, Depots werden miteinander vernetzt, sodass hier eine effiziente Planung und Durchführung des Betriebs erfolgen kann etc.. Dank der neuesten digitalen Stellwerksarchitektur, wie das entsprechend Neupro entwickelte und im Einsatz befindliche System Si-

such examples. The linking of numerous objects to the Internet of Things (IoT) is experiencing an exponential increase (fig. 2). This basis provides both the rail industry and rail operators with numerous new tasks and requires the development of new business models.

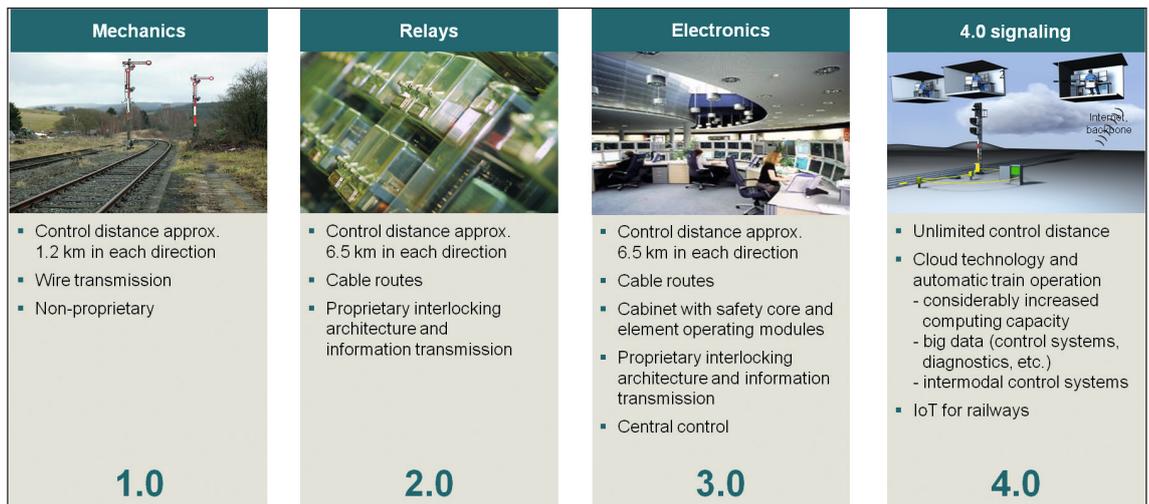
5 Solutions for the freight sector

To be precise, the railways have already been undergoing a digital age for more than 20 years (at the least since the arrival of electronic interlocking systems) and human operators are still an integral part of railways. No matter whether this involves locomotive drivers, shunters, rail operations managers or car inspectors, etc., they all play an important role in the rail production chain. We will continue to need these roles with the onset of increasing automation ranging through to autonomization in certain areas, but we can use the digitalization of our systems and equipment to relieve human operators in their day-to-day tasks and make their work performance more efficient, less prone to faults and safer. Processes will thus become more efficient and, for example, faster freight car turnaround times will be able to be achieved. As an example, reference can be made to the ideas generated by the German Railways' Cargo Division which focus on shunting robots. Last year, the Cargo Division presented its initial prototypical steps all the way through to a fully automatic hump-yard locomotive [5].

Many individual modules are currently being examined, although the full-scale objective of having a train formation yard of the future, in which not only new technologies but, above all, new processes, revised interfaces and roles are understood and applied differently has yet to mature. Siemens took the first steps in this direction several years ago. Structures for futureproof railways already exist today due to the evolution of signalling and safety systems. By now, it is only a question of time as to when we will be operating trains with the ETCS system throughout Europe. Numerous national railway authorities are aiming at using ATO [1] and intend to introduce digitised interlocking systems on mainline and mass transit routes. Cloud-based operations control systems are already in use (on Switzerland's Gornergratbahn line as the world's first operations control system that has been installed as a service). Data can be read out from individual route elements and evaluated in terms of predictive maintenance. Depots are interlinked enabling efficient planning and operations, etc. Virtually unlimited control distances are now possible (fig. 3) thanks to the latest digital interlocking architecture such

Bild 3: Signalling 4.0 als Basis für das digitale Stellwerk der Zukunft

Fig. 3: 4.0 signalling as the basis for tomorrow's digital interlocking



net, sind nahezu unbegrenzte Stellentfernungen möglich (Bild 3). Für weitere Entwicklungen müssen klassische Systemgrenzen überbrückt und neu betrachtet werden.

Im SGV wird es zunehmend wichtig, eine genaue Erfassung der Daten und korrekte Zuordnung je Zug, Wagen, Achse, Rad und Weiche zu realisieren. In Bezug auf eine „ZBA 4.0“ ist es immens wichtig, dass zukünftig in Netzwerken gedacht wird und nicht einzelne Satelliten gesehen werden. Daten werden in der „Cloud“ gebündelt – dies ermöglicht eine effizientere Zugbildung und die Reaktionszeit im Ziel wird optimiert. Wie bereits im Jahr 2007 [6] beschrieben wurde, sind zukunftsweisende Technologien des automatischen Fahrens und Kuppelns eine Möglichkeit, die Effizienz zu steigern und die Sicherheit durch das Entfallen gefährlicher manueller Tätigkeiten zu erhöhen. Das Sortieren der Wagen in den Ablaufanlagen kann durch eine Vollautomatisierung der Abdrücklokomotiven weiter automatisiert werden. Damit ist nicht nur der Abdrückvorgang ferngesteuert, sondern auch das Umsetzen in der Einfahrgruppe und das Beidrücken. In einer von Siemens durchgeführten Demonstration gemeinsam mit der DB Cargo AG konnte im Jahr 2016 ein automatisiertes Anfahren an eine Wagengruppe (Bild 4) zum Kuppeln gezeigt werden. Im Detail ging es um den Nachweis einer Integration der Sensorik und Komponenten in eine Bestandslok, die Anbindung von ATO an die Fahrzeugsteuerung, die Ausführung von ATO-Steuerkommandos und das exakte Anfahren an den Puffer zum Kuppeln. Sowohl die Zukunft als auch das Wachstum des Schienengüterverkehrs werden in Folge der Verwendung innovativer Güterwagen durch die Steigerung von Effizienz, Sicherheit und Transparenz bestimmt. Hierfür kommen automatisierte drahtlose Erfassungssysteme und die Übertragung von Zustandsdaten der Güterzüge zum Einsatz. Controlguide® CTmobile bietet dafür u. a. durch die drahtlose Übertragung von Positions- und Sensordaten an das Cloud-basierte Backendsystem Controlguide CTcentral die Basis für vielfältige Anwendungsfälle [7]. Im Bereich der Transportüberwachung geht es u. a. um Überwachung von Planabweichungen, Erkennen ungeplanter Standzeiten, Überwachung auf unauthorisierte Türöffnung (Ladungsdiebstahl), Überwachung des Ladeguts (Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsmessung – Taupunktüberwachung), Registrierung der Laufleistung, Erreichen/Verlassen von Geozonen, Füllstandsüberwachung/Leckagen oder Erfassung von Erschütterungen (Rangierstöße). Das Tracking und Tracing dient dem effizienten Flottenmanagement zur Unterstützung der Fahrzeugdisposition und Optimierung des Fahrzeugeinsatzes, auch durch eine Optimierung der Fahrzeugwartung (zustandsbezogene Wartung; laufleistungsbezogene War-

as the Sinet system which has been developed by Siemens in line with the German Railway's NeuPro project and is now in operation. Classic system boundaries have to be overcome and re-assessed to enable further developments.

It will become increasingly essential in rail freight transport to precisely capture and correctly assign data to each train, car, axle, wheel and set of points. A 4.0 train formation yard requires that a networking approach is followed instead of individual satellites. Data will be bundled in the cloud, enabling more efficient train formation and optimising response times at the final destination. As already described in 2007 [6], trendsetting automatic driving and coupling technologies are one possibility for stepping up efficiency and enhancing safety by dispensing with hazardous manual activities. Car sorting in hump yards can be further automated by full-scale hump-yard locomotive automation. Not only hump-yard operations, but also shunting on the reception tracks and closing-up activities can therefore be remote-controlled. In 2016, a demonstration performed by Siemens together with German Railways' Cargo Division showed an automated approach to a group of wagons for coupling (fig. 4). As far as the details are concerned, this involved the integration of sensors and components into an existing locomotive, the connection of the ATO to the vehicle control system, the execution of ATO control commands and the exact approach to the buffers for coupling. Both the future and the growth of rail freight transport will be determined by increased efficiency, safety and transparency as a result of the use of innovative freight cars. This will entail the use of automated wireless data capture systems and the transmission of freight train status data. Controlguide® CTmobile provides the basis for versatile applications [7], i. e. by means of the wireless transmission of position and sensor data to the Controlguide CTcentral cloud-based backend system. In the field of transport monitoring, this involves the monitoring of timetable deviations, the detection of unscheduled idle times, the monitoring for unauthorised door opening (freight theft), freight monitoring (temperature and humidity measurement – dew point monitoring), the registration of kilometric performance, the arrival in and departure from geo-zones and load level monitoring/leaks or detection of vibrations (shunting impacts). Tracking and tracing are used for efficient fleet management as support for vehicle dispatching and the optimisation of vehicle deployment, also through the optimisation of vehicle maintenance (status-

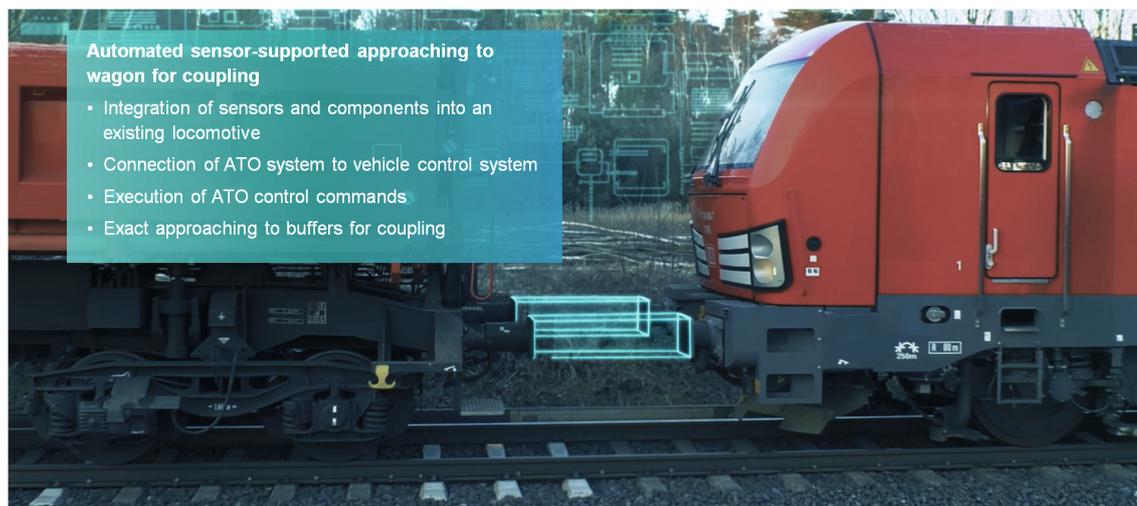


Bild 4: Sensorgestütztes Ankuppeln als Basis für die automatisierte Zugbildung [4]

Fig. 4: Sensor-supported coupling as the basis for automatic train formation [4]

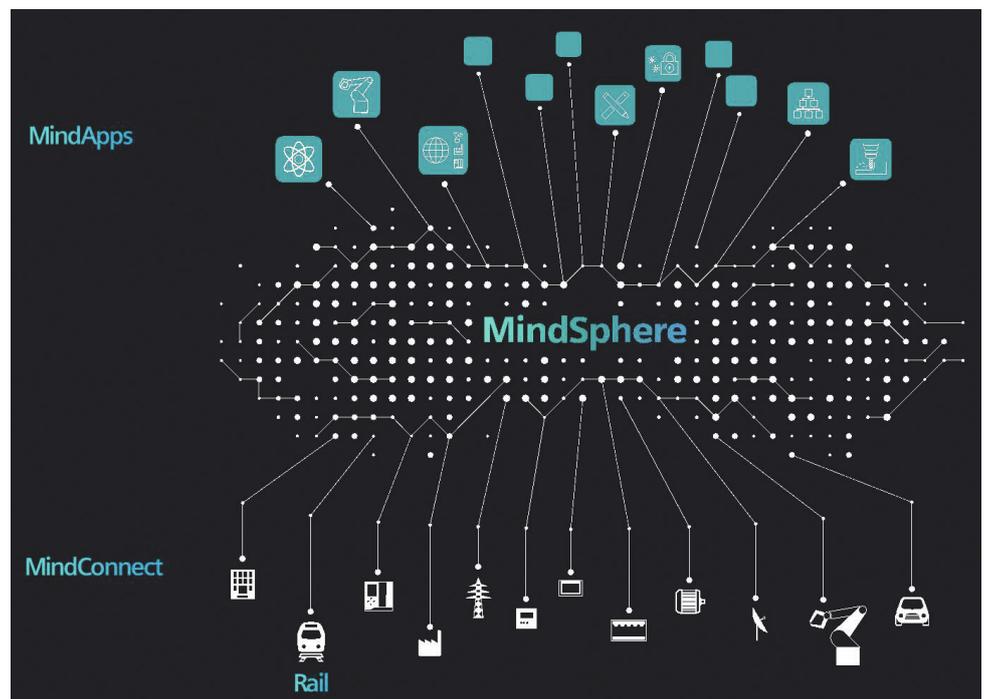
tung). Das Telematiksystem Controlguide CTmobile ist derzeit eines der wenigen Systeme, bei dem neben den Funksensoren mit dem Telematikgerät auch der Koordinator energieautark betrieben wird. „Big Data“ ist ein neuer Geschäftszweig im Kontext Digitalisierung. Daraus zu entwickelnde Geschäftsmodelle benötigen eine hohe Qualität und Quantität an Daten. Moderne Bahntechnik, u.a. Stellwerkstechnik, liefert schon ausreichend Daten. Jedoch bedarf es Lösungen, diese Daten „smart“ auszulesen und damit einen Mehrwert zu generieren. Lösungen für smartes und rückwirkungsfreies Ausleiten der Daten sowie anschließende Datenanalyse heißen DCU (Data Capture Unit), „MindConnect Rail“ und „MindSphere“. MindSphere, die IoT-Plattform von Siemens, bietet eine technische Lösung in einer Cloud-Umgebung, in die alle Produkte, die kontinuierlich Informationen generieren, ihre Daten mittels MindConnect Rail einspeisen können. Die sogenannten MindApps bringen den eigentlichen Mehrwert für die Nutzer (Bild 5). Hier kann der Vergleich zum Smart-Home-Ansatz herangezogen werden. Aus systembedingten Gründen ist es in der Bahnwelt nicht vorgesehen, autorisierten Benutzern von außerhalb Systemzugriff zu gewähren. Deshalb ist es derzeit nicht möglich, von überall auf bahnsicherungs-technik-spezifische Daten zuzugreifen und diese mit anderen Benutzern zu teilen. Diese Lücke kann mit „MindSphere“ geschlossen werden. Akzeptanz wird dieser Ansatz finden, wenn Applikationen zur Verfügung gestellt werden, die quantifizierbaren Nutzen bringen, Probleme lösen und helfen, die Produkte der Hersteller zu verbessern. Je mehr Information und Daten verfügbar sind, desto mehr Algorithmen können entwickelt und genutzt werden.

6 Schlussbemerkung

Die mit der Digitalisierung einhergehenden Impulse aus anderen Industriebereichen finden heutzutage einen leichteren Zugang in den Bahnbereich. Entwickler nutzen diese neuen technischen Möglichkeiten, um den nächsten Schritt in der Effizienzsteigerung bei den Bahnen „einzuläuten“. Technologie ist hierbei das Mittel zum Zweck, denn im Fokus steht die Verbesserung der jeweiligen Produktionsketten und -prozesse, die man aus der Praxis kennen muss, um sie verbessern zu können.

Bild 5: MindSphere – die IoT-Plattform von Siemens

Fig. 5: MindSphere – Siemens' IoT platform



related maintenance, kilometric performance-related maintenance). The Controlguide CTmobile telematics system is also currently one of the few systems in which the operations of the coordinating telematics unit are energy self-sufficient, just like the radio sensors. Big data is a new field of business in digitalization.

The business models which need to be developed on this basis require high-quality data and large volumes of it. Sufficient data is already provided by state-of-the-art railway systems, i.e. interlocking systems. However, the solutions are required to read this data in a smart form and in doing so to generate added value. The DCU (data capture unit), MindConnect Rail and MindSphere are Siemens' solutions for the smart non-interactive extraction of data and subsequent data analysis. MindSphere, Siemens' IoT platform, offers a technical solution in the cloud environment into which all products which continuously generate information can feed their data via MindConnect Rail. The MindApps provide users with actual added value (fig. 5). This is comparable with the smart home concept. The world of railways does not plan to grant external system access to authorised users for system-specific reasons. It is therefore not currently possible to access signalling and safety data from any location and to share this data with other users. This gap can be closed by MindSphere. This approach will meet with acceptance, provided applications are made available which provide a quantifiable benefit, solve problems and help to improve manufacturers' products. The more information and data is available, the more algorithms can be developed and used.

6 Conclusion

The impulses from other industries which are generated within the context of digitalization are currently being absorbed into the rail sector more easily. Developers are using this new technical potential to usher in the next step in boosting rail efficiency. Technology is a means to an end, since the focus lies on improving production chains and processes which have to be known in practice in order to be improved.

Welche Lösungen müssen folgen? Mithilfe der kontinuierlich wachsenden Anzahl an Daten aus dem Betrieb werden neue Ideen für die Optimierung der Prozesse die logische Konsequenz sein. Die Zukunft der Bahn wird maßgeblich von dem richtigen Umgang mit den Chancen der Digitalisierung abhängen. Weiterhin dürfen sich insbesondere im Umfeld des SGV die Bahnen nicht isoliert, sondern stets im Kontext des Modal Split betrachten. Nur durch eine smarte Kopplung mit den anderen Verkehrsträgern kann der SGV sein volles Potenzial ausschöpfen. Die Weiterentwicklung der Sensorik, auch aus anderen Domänen, beschleunigt die Überführung von „Rollen“ in automatisierte Funktionen, wodurch Prozesse effizienter abgewickelt werden können. Mit dem IoT werden auch die Funktionen des Bahnsystems in Applikationen abgebildet. Dies wird aber nur über Zwischenschritte mit bewährten Ansätzen gelingen, denn für die Reife neuer Produkte braucht man Betriebsparameter.

Der Weg zur Vollautomatisierung im Schienenfernverkehr bleibt eine Herausforderung, aber wir sind bereits auf dem richtigen Weg. Erste Schritte konnten bereits gegangen werden – weitere wichtige Meilensteine müssen jedoch folgen: in Abhängigkeit von Kundenwünschen, Migrationsszenarien und Technologien. Im digitalen Zeitalter ist es allerdings auch wichtig, neue Wege einfach mal auszuprobieren, anstatt sie zu zerreden oder darauf zu warten, dass deren Wirksamkeit hundertprozentig nachgewiesen wurde – ansonsten ist der neue Ansatz bereits veraltet, bevor er zum Einsatz gelangen kann. Das ist sicher ein Nachteil in der heutigen Zeit, birgt aber auch viele Vorteile und erfordert hier und da etwas Mut und Erfindergeist wie zur Anfangszeit der Eisenbahn. Die Zukunft der Bahn hängt von Lösungen ab, die helfen werden, die einzelnen Elemente und Systeme möglichst schlau und effizient miteinander zu verbinden. In Zukunft wird die Konnektivität zum entscheidenden Marktvorteil. Wer die Datenschnittstelle beherrscht, hat die Chance, neue Geschäftsmodelle zu etablieren. Das Geschäft mit Services könnte attraktiver werden als der Verkauf von Technologien. ■

Which solutions must then follow? New ideas for process optimisation will be a logical consequence of the use of continuously increasing volumes of data from operations. The future of the railways will depend heavily on the correct handling of these digitalization opportunities. Furthermore, the railways must not be viewed in isolation, particularly in the field of rail freight transport, but always within the context of the modal split. It is only through smart interfacing with other means of transport that rail freight transport can fully utilize its potential. The further development of sensors which also come from other domains will speed up the process of converting roles into automated functions, enabling processes to be executed more efficiently. The IoT will allow the rail system's functions to be mapped into applications. However, this will only prove successful by way of intermediate steps with tried-and-tested approaches, since operating parameters are needed for the maturity of new products.

The path towards full automation in mainline rail transport remains a challenge, but we are on the right track. The first steps have already been taken, but major milestones which are commensurate with the customers' requirements, the migration scenarios and the technologies, have yet to follow. However, it is also important to simply try out new approaches in the digital age instead of merely discussing them to death or waiting for their effectiveness to be evidenced 100%; otherwise, they will become obsolete before they can even be applied. This is certainly a drawback nowadays, although it also features a large number of benefits and sometimes calls for a certain amount of the courage and pioneering spirit which was encountered at the dawn of the railways. The future of rail depends on solutions which will help to interlink individual elements and systems as smartly and efficiently as possible. In future, connectivity will become a decisive market benefit. Whoever controls the data interfaces will have the chance to establish new business models. In future, the service business could become more attractive than the sale of technologies. ■

LITERATUR | LITERATURE

- [1] Tasler, G.; Knollmann, V.: Einführung des hochautomatisierten Fahrens – auf dem Weg zum vollautomatischen Bahnbetrieb, SIGNAL+DRAHT 6/2018
- [2] Bottler, S.: Hellwach dabei oder abgelenkt?, Deutsche Verkehrs-Zeitung 8/2018, S. 8-9
- [3] https://www.mckinsey.de/files/mck_delivering_change.pdf, 23.02.2018 um 13:00
- [4] Pelz, M.: Bahnautomatisierung 4.0 – Neue Chance für bewährte Ansätze, 23. Sicherungstechnische Fachtagung, TU Dresden, 2017
- [5] Jacob, B.: Der Rangierbahnhof der Zukunft, 23. Sicherungstechnische Fachtagung, TU Dresden, 2017
- [6] Heike, H.; Gemeiner, F.: Innovative Dispositions- und Automatisierungslösungen für Zugbildungsanlagen, Jahrbuch des Bahnwesens 2007/08, 2008
- [7] Windolf, W.; Tadge, R.: Controlguide CTmobile – Energieautarke Positionsübermittlung und Zustandsüberwachung im Güterverkehr, SIGNAL+DRAHT 4/2018

AUTOR | AUTHOR

Dr.-Ing. Markus Pelz
 Vertriebsleiter Cargo Deutschland / Sales Manager – Cargo Germany
 Siemens AG, Mobility Division
 Anschrift/Address: Ackerstraße 22, D-38126 Braunschweig
 E-Mail: markus.pelz@siemens.com