Herangehensweisen „Digitalisierung“: Der spannende Weg der Daten von einem Schienenfahrzeug zum Nutzer

Die Digitalisierung im Eisenbahnsektor nimmt immer mehr Fahrt auf. Auf der Betreiber- wie auf der Herstellerseite wirkt die Perspektive auf mehr Effizienz, Attraktivität, und damit mehr Wettbewerbsfähigkeit des Bahnbetriebs inspirierend und löst durchaus auch Euphorien aus. Gleichwohl zeigen die bisherigen Erfahrungen, dass für den langfristig kommerziellen Erfolg der Digitalisierung des Sektors ein gleichermaßen offenes wie intensives Zusammenspiel von Engineering, IT und Bahn-Know-how sowohl auf Seiten der Hersteller als auch auf der der Betreiber unerlässlich ist. Besonders deutlich wird dies am Beispiel des Datenstroms – von einem modernen Schienenfahrzeug bis in die Prozesse eines Eisenbahnverkehrsunternehmens hinein.

Stephan Häger
Berater, Schlummer Management Consulting GmbH
stephan.haeger@schlummer.com

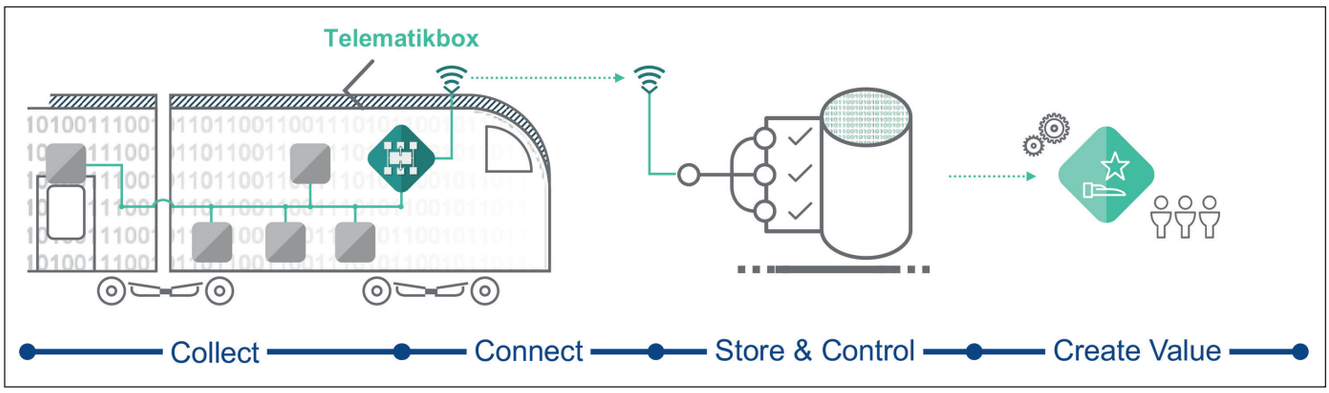
Udo Zapf
Geschäftsführer Schlummer Management Consulting GmbH
udo.zapf@schlummer.com

▶ Nicht erst seit gestern befindet sich die Bahnbranche wie nahezu die gesamte Wirtschaft und Industrie weltweit in einer geradezu elektrisierenden Aufbruchstimmung: „Industrie 4.0“, „Digitalisierung“, „Internet der Dinge“, „Künstliche Intelligenz“ – das sind die bekannten, allgegenwärtigen Schlagworte. Bei den Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) sind es neben Marketing und Vertrieb vor allem die Bereiche Instandhaltung und Produktion, die mit dem intelligenten Einsatz von „Big Data“ fast zwei Jahrhunderte nach der Inbetriebnahme der ersten Eisenbahnen den Abschied von systembedingter Schwerfälligkeit erwarten und mit neuer Flexibilität auf mehr Qualität der Bahn von morgen und übermorgen setzen.

Während die konsequente Datennutzung in der Produktion der EVUs vor allem darauf ausgelegt ist, die Lieferketten und das Asset-Management zu verbessern, befasst sich die Instandhaltung im Wesentlichen mit der Optimierung von Prozessen, hin zu einer vorausschauenden, zustandsbasierten Unterhaltung von Fahrzeugen, Fahrzeug-Komponenten und Infrastruktur-Technik wie Weichen und Signalen. Die digitale Transformation wird den Abschied von starren Instandhaltungsprogrammen einleiten. Zugleich kann sie beispielsweise durch die Verminderung von unvorhergesehenen Ausfällen oder durch die gezielte Optimierung zukünftiger Fahrzeuge die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit des Gesamtsystems deutlich erhöhen. Somit liegt der kommerzielle Nutzen sowohl bei den Herstellern als auch bei den Betreibern.

Bekanntlich generieren moderne Schienenfahrzeuge bereits seit vielen Jahren während ihres betrieblichen Einsatzes automatisch Diagnose-Daten. Diese werden in zunehmendem Maße per Funk an Empfänger auf der „Landseite“ übertragen, dort gespeichert und Nutzern zur Verfügung gestellt. Dieses Vorgehen zeigt deutlich die Richtung zukünftiger Entwicklungen an, doch der Weg bis zur digitalen Transformation ist noch weit. Wo liegen die Perspektiven? An welchen Stellen bremsen Probleme

BILD 1: Wesentliche Elemente einer Datenverarbeitungsstrecke: Store, Control und Create Value



auf dem Weg der digitalen Transformation? Wann ist eine Zusammenarbeit zwischen Betreiber und Hersteller besonders wichtig? Das soll im Folgenden anhand einer Datenverarbeitungsstrecke, vom Fahrzeug bis zu den Rechnern und Datenbanken in den Werkstätten oder noch aufzubauenden Analytics-Zentren der Betreiber, beschrieben werden.

Der Aufbau und Betrieb einer Datenverarbeitungsstrecke kann in Teilabschnitte gegliedert werden, die nicht zwingend in einer Hand liegen müssen. Der Einfachheit halber wird im Folgenden davon ausgegangen, dass der Großteil dieser Strecke von einem EVU selbst realisiert wird. Aufbau und Problemstellungen sind jedoch auch in anderen Konstellationen ähnlich oder gleich, wie z. B. beim Zukauf und der Implementierung von Herstellerlösungen oder Datenplattformen von Systemhäusern, Komponentenlieferanten oder Drittanbietern.

Die Datenverarbeitungsstrecke lässt sich, wie in Bild 1 aufgezeigt, in vier Elemente zerlegen. Am Anfang steht das Datensammeln. Zentrales Element der Datenerfassung an Bord des Fahrzeugs sind Telematik-Boxen, die sowohl für das Sammeln (Collect) als auch für das Übermitteln der Daten (Connect) an ein Gateway auf der Landseite zuständig sind. Das Gateway ist im Idealfall der Eingang zu einer Internet of Things (IoT)-Plattform, die sich im Kern durch eine weitestgehend einheitliche und hochgradig zugängliche Datenspeicherung (Store) auszeichnet. Zum einen können an diesem Punkt Cockpits und Dashboards ansetzen, die die gespeicherten und angereicherten Daten darstellen und direkt für Anwendungsfälle (Use Cases) und Prozesse nutzbar machen. Zum anderen kann – aufbauend auf dieser Datenhaltung – eine Analyseumgebung für Ingenieure und Data Scientisten samt ihrer Tools und Prozesse installiert werden. In dieser Umgebung werden weitergehende Erkenntnisse und Informationen gewonnen, beispielsweise über prädiktive und zustandsbasierte Instandhaltung (Create Value).

Ausgangspunkt jeglicher Datenverarbeitung (etwa für eine zustandsbasierte Instandhaltung) ist die Telematik-Box. Sie „hört" mit und zeichnet auf, was auf dem Fahrzeugbus passiert oder was von den Diagnoserechnern, zusätzlichen Sensoren oder Komponenten gesendet wird – das reicht von Fehlerereignissen über die Fahrdrahtspannung bis zur Kühlmitteltemperatur. Bild 2 zeigt einen Überblick über typische Datenquellen, die es auf einem Eisenbahnfahrzeug zu erschließen gilt.

Telematik-Boxen lassen sich heute bereits „von der Stange" kaufen, mit durchaus deutlichen Unterschieden in ihren Eigenschaften

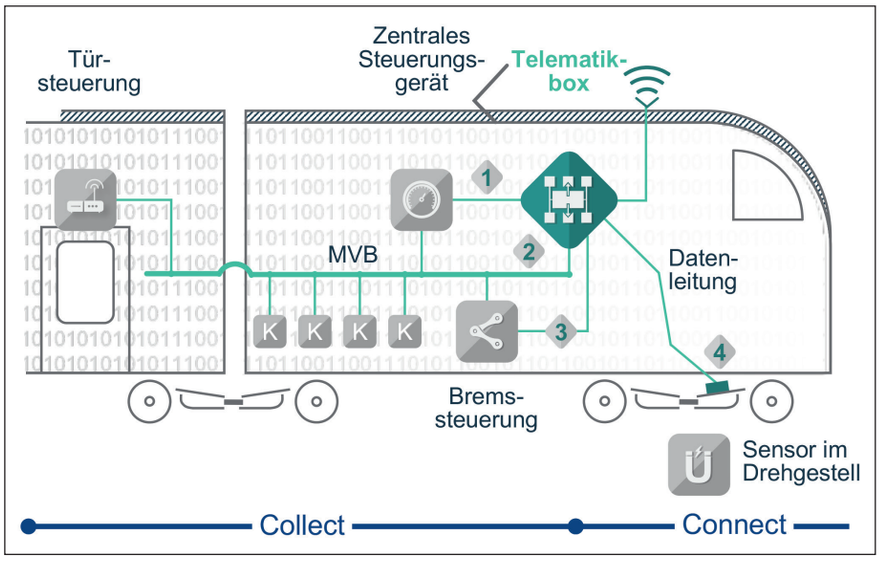


BILD 2: Exemplarische Darstellung unterschiedlicher Datenquellen auf einem Zug: (1) Diagnose-, Prozess- und Sensordaten aus der Zentralsteuerung. (2) Diagnose-, Prozess- und Sensordaten von Bussystemen (hier MVB). (3) Diagnose-, Prozess- und Sensordaten aus Sub-Komponenten. (4) Prozess- und Sensordaten durch zusätzlich angebrachte Logik und Sensorik an bisher durch das Fahrzeug nicht selbst überwachte Komponenten

und Möglichkeiten. Um das Ziel einer möglichst tiefgehenden digitalen Transformation zu erreichen, sollten die Boxen Mindestanforderungen erfüllen: Sie sollten als intelligente Datenplattform auf den Loks und Zügen zum Einsatz kommen, die sich „remote", also von außen und aus der Entfernung, über entsprechende Software-Werkzeuge konfigurieren und steuern lassen. Ergänzend zur Erfassung von Diagnose- und Bus-Daten sollten auch Daten von zusätzlich angebrachter Sensorik von der Box eingelesen werden können, was den Einsatz weiterer Hardware, deren Peripherie und SIM-Karten einspart. Es erscheint zudem sinnvoll, direkt auf der Box Algorithmen zur Datenaggregation und -bewertung zu installieren. So kann der Datenversand zur Landseite auf Fehlermeldungen oder hochkomprimierte Information beschränkt und somit die Datenflut eingedämmt werden. Dazu zählt z.B. die Bildung von Lastkollektiven oder Warnmeldungen für Komponenten, die aufgrund ihrer Volatilität eine sehr hochauflösende Aufzeichnung erfordern. Das ist beispielsweise bei der Überwachung der Fahrwerke oder der Leistungselektronik der Fall.

Zu den unverzichtbaren Eigenschaften der Box gehört ebenfalls, dass sie nicht nur über das Fahrzeug, sondern auch über ihren eigenen Zustand wacht und diesen mitteilt. Sie sollte weiterarbeiten, wenn das Fahrzeug abgestellt ist, regelmäßig Lebenszeichen und Statusmeldungen abgeben sowie verspätete Datenabgaben aufgrund technischer Probleme für eine nachträgliche Plausibilitätskontrolle automatisch protokollieren.

Sowohl Diagnose- als auch Prozess- und Sensordaten der Fahrzeugsteuerung bilden einen umfangreichen und wertvollen Pool an Daten, auf die ein umfassender Digitalisierungsansatz im Sinne eines „Enablers" nicht verzichten kann. Jedoch bleiben diese Datenquellen zunächst meist unverständlich und verschlossen. Erst das Know-how über die inhaltliche Bedeutung der Daten sowie deren IT-technische Dekodierung mithilfe von Protokollen vom Fahrzeugbus, über Listen von Konnektoren oder Tabellen mit Diagnosecodes, eröffnet den Zugang zu den Daten und ihrer sinnvollen Nutzung und erspart ein extrem aufwendiges Re-Engineering. In der Praxis zeigt sich immer wieder, dass an dieser Stelle eine grundlegende neuartige Zusammenarbeit zwischen Fahrzeughersteller und EVU erforderlich wird. Die Informationen zur inhaltlichen Bedeutung und Dekodierung der Daten geben Einblick in die technischen Abläufe des Fahrzeugs und Auskunft über den Zustand von Subsystemen und Komponenten. Diesen Zugang gewähren Hersteller ihren Kunden bisher äußerst ungern, denn: eine allzu große Offenheit kann möglicherweise dazu führen, dass der gewährte Blick in das Fahrzeug so tief ausfällt, dass vielleicht sogar systembedingte Schwachstellen offenbart werden. Die EVUs hingegen haben Bedenken, die auf ihren Fahrzeugen im Betrieb gesammelten Daten dem Lieferanten zur Verfügung zu stellen, da diese als Nebenprodukt auch Analysen zu Einsatzfahrten und Wettbewerbsfähigkeit ermöglichen.

Soll jedoch die Digitalisierung zu beiderseitigem Nutzen von Hersteller und Betrei- »

ber realisiert werden, müssen diese Punkte überwunden werden. Nur ein offener Informationsaustausch zwischen EVU, dem Systemhaus und den Sublieferanten wird letztlich eine tatsächlich zustandsorientierte Instandhaltung und eine darüber hinaus kontinuierliche und gezielte Produktverbesserung der Assets ermöglichen. Bahnen und Systemhäuser werden nicht umhinkommen, Vereinbarungen zum gemeinsamen Nutzen der Datenflut zu treffen, mit entsprechender Vertraulichkeit und der Verpflichtung auf gegenseitige Agreements, etwa mit dem „Ausschluss einer Datennutzung zum Nachteil des Partners".

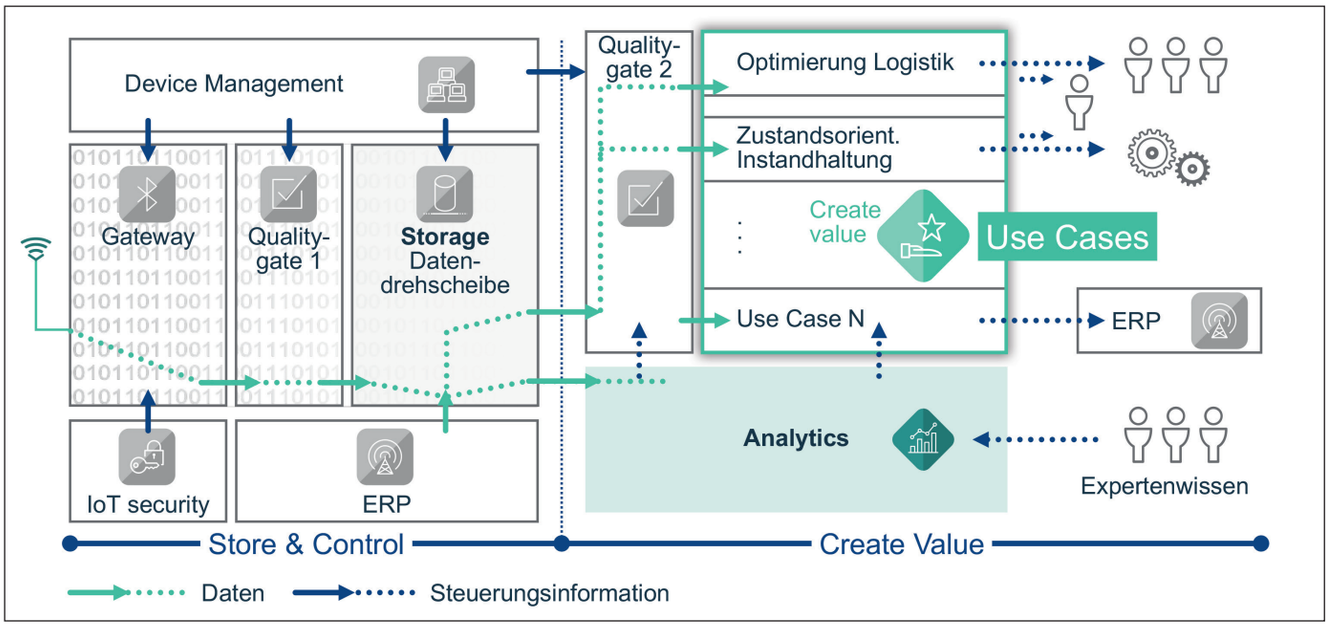
Beim Thema „Telematik-Boxen" ist ein weiterer Aspekt zu bedenken: Während die Lebensdauer von Lokomotiven bei über 25 Jahren liegt, sind die Boxen als IT-Bausteine mit schnellen Innovationszyklen rasch veraltet. Das ist ein Umstand, der technisch und organisatorisch gelöst werden muss. Bei der technischen Lösung gilt es, ein geeignetes Nachfolgeprodukt zu finden. Auf der organisatorischen Seite ist ein funktionierendes Device Management innerhalb der IT-Infrastruktur erforderlich, welches mit steigender Flottengröße und -vielfalt beständig wichtiger wird. Denn der Zustand und die Konfiguration der Telematik-Boxen muss stetig im Auge behalten werden: Welche Box befindet sich auf welchem Fahrzeug? Welche Firmware läuft auf welcher Box? Mit welcher Fahrzeugsoftware läuft die Box? Welche Telematik-Boxen sind defekt und welche werden in Bälde obsolet? Diese und weitere Informationen werden benötigt, um den Datenstrom auf der Landseite korrekt überwachen zu können. Bild 3 zeigt das hierfür nötige Device Management als Teil der IoT-Plattform.

Die bisherigen Erfahrungen belegen, dass der Datenhunger in den Unternehmensorganisationen, sowohl beim EVU als auch beim Systemhaus, rasch zunimmt, und Digitalisierungsprojekte wie kleine Pflanzen an vielen Ecken sprießen. Die Vielfalt der Ansätze und Projekte darf nicht zu einem „Silo-Denken" führen, bei dem mangels Abstimmung viele ähnliche Datenerfassungs- und Verarbeitungssysteme entstehen. Eine gute Lösung ist die Integration in ein Plattformkonzept, mit dem gleichzeitigen Aufbau eines Datenmanagementkonzeptes. Dies eröffnet einer breiten Masse an Interessenten im Unternehmen den Zugang, der selbstverständlich durch differenzierte Berechtigungskonzepte – unter Wahrung des Schutzes personenbezogener Daten – gesteuert werden kann. Werkstätten, Triebfahrzeugführer und ebenso Disposition und Steuerung der Flotte erhalten über Dashboards auf unkomplizierte Weise dieselben Informationen sowie die Möglichkeit der Interaktion, die sich ihnen auf dem klassischen Dienstweg nicht immer so einfach erschließen. Auf diese Weise müssen sich die einzelnen Projektteams nicht in Eigenregie um ihre Datenspeicherung und die Auswahl von Tools zur Auswertung und Anzeige kümmern.

Ungeachtet des konkreten Anwendungsfalls oder Use Cases gibt es einige zu definierende Mindeststandards hinsichtlich der Qualitätsanforderung der zu sammelnden Daten. Das Prinzip der Datenqualität lehnt sich an das der Informationsqualität an. Gängige Dimensionen, die es in einem ersten „Quality Gate" zu betrachten gilt, sind die Aktualität, die Vollständigkeit oder die Informationswahrheit. Letztere beschreibt den Sachverhalt, dass die ankommenden Daten den Ist-Zustand auf dem Fahrzeug abbilden müssen. Eigentlich eine Selbstverständlichkeit, die allerdings schon an falsch gehenden Uhren scheitern kann. Eine weitere Herausforderung ist, die Dimensionen der Datenqualität in geeigneten Messgrößen auszudrücken. Während sich die Aktualität durch das Messen einer Latenzzeit noch vergleichsweise einfach darstellen lässt, bedarf es zur Messung der Datenvollständigkeit einer aufwendigeren statistischen Beschreibung, inklusive einer Nutzung von geeigneten Referenzsystemen.

Insgesamt ist es wichtig zu verstehen, dass in Digitalisierungsprojekten die Datenqualität maßgeblich die Produktqualität bestimmt. Was jedoch nicht heißt, dass die Datenqualität bis ins Letzte standardisiert und durchoptimiert sein muss. Im Vergleich zu den Use Cases, die über die Effektivität eines Digitalisierungsprojektes entscheiden, entscheidet die Datenqualität über die Effizienz, mit der diese umgesetzt werden können. Ein guter Ausgleich zwischen der Homogenisierung der Daten und einem zu erreichenden Mindeststandard für alle vordefinierten Datenqualitätskennzahlen auf der einen Seite und den dadurch entstehenden Kosten auf der anderen Seite ist der zielführendste Weg.

BILD 3: Datenfluss und Aufbau einer IoT-Plattform. Anreicherung der Diagnose-, Prozess- und Sensordaten mit Daten aus dem Enterprise Resource Planning (ERP). Steuerungsinformationen aus dem Device Management werden genutzt, um Datenströme qualitativ zu bewerten und ihrem Bestimmungsort im Speicher zuzuordnen. Die in der Analyse gewonnenen Erkenntnisse führen sowohl zu neuen Use Cases als auch zu schärferen Bewertungskriterien der notwendigen Datenqualität



Um das Thema „Datenqualität" von Anfang an effizient zu steuern, sollte immer bei der Datenquelle angesetzt werden. In dem hier beschriebenen Beispiel entscheidet sich die Datenqualität mit der Funktionsfähigkeit der Telematik-Box. Maßgebend ist das korrekte Sammeln und regelmäßige, störungsfreie Verschicken der Datenpakete an die Landseite. Das ist ein Prozess, der ein enges Zusammenwirken zwischen Boxen-Lieferant, EVU und der Landseite erfordert, mit klar definierten und transparenten Messgrößen und Protokollmeldungen, deren Eckpunkte bereits im Vertrag mit dem Lieferanten der Boxen vereinbart sein müssen.

Am Ende der Datenverarbeitungsstrecke steht die Analyse der Daten, und damit der Mensch. In den bisherigen Digitalisierungsprojekten zeigt sich immer wieder die Notwendigkeit, Aufgabenstellungen auf Subsysteme und Komponenten herunterzubrechen, deren Funktionen und Zusammenwirken zu begreifen und gleichzeitig die Problemstellungen in Betrieb und Instandhaltung zu erkennen. Dieses Vorhaben gelingt in den meisten Fällen wohl kaum jemandem alleine am Rechner im Büro. Vielmehr ist es notwendig, dass Fahrzeugingenieure, IT-Techniker und Data Scientists gemeinsam in die Werkstätten gehen, um Themen zu ermitteln, die sich für eine Digitalisierung mit dem Ziel einer zustandsorientierten Instandhaltung eignen. Das können vergleichsweise banale Dinge sein, wie etwa im Bereich der Komponenten-Beanspruchung die kontinuierliche Messung der Stellmotorströme einer Fahrzeugtür beim Öffnen und Schließen. Hier steigt der Stromverbrauch, wenn die Tür aufgrund eines möglichen Defektes schwergängig wird. Dabei geht es nicht darum, die Tür bei Erreichen eines Schwellwertes zu sperren, das passiert heute bereits auf Komponentenebene, sondern den sich auf dem Weg hin zu einem Schwellwert bereits abzeichnenden Türausfall dem Betreiber mitzuteilen. Ein weiteres Beispiel ist die Ermittlung der realen Drehzahlkollektive elektromechanischer Antriebe oder der Schaltzyklen von Komponenten. Deren reale Belastungen können mit den – aus Mangel an Betriebsdaten – konservativen Annahmen in den heutigen Regelwerken verglichen werden, um u.a. ein Nachschauen und verfrühtes Austauschen einzusparen. Ein oft verwendetes Beispiel ist die Überwachung der Umdrehungen von Lüftern oder das remote Erfassen von Schaltzyklen eines Hauptschalters, mit dem manuelle Überprüfungen eines Zählers in der Werkstatt überflüssig werden. Sind durch den Aufbau einer IoT-Plattform und deren Vernetzung mit einem entsprechenden ERP-System die Grundvoraussetzungen erst einmal geschaffen, führt die Kombination aus fundierter Auswertung der gesammelten Daten und den Ergebnissen einer tiefgehenden ingenieurstechnischen Analyse der Komponenten Stück für Stück zu einer vorausschauenden und zustandsbasierten Instandhaltung.

Digitalisierung ist also nicht nur Machine Learning, und das Internet der Dinge ist nichts ohne das enorme Fachwissen von Data Scientisten, Ingenieuren und Experten von Bahnbetreibern und Herstellern. Wie in diesem Beitrag angeklungen, sollten alle Beteiligten jedoch zu neuen Formen von vertraglich zu bestimmenden Partnerschaften kommen, die über das reine Lieferantenverhältnis hinausgehen. Erst der offene und vertrauensvolle Austausch von Daten aus Fahrzeugherstellung und fahrplanmäßigem Betrieb schafft eine gemeinsame verlässliche Basis für eine digitale Transformation. Sie ist bekanntlich nicht Selbstzweck, sondern wird einen Mehrwert herstellen, der erst die zu erwartenden hohen Investitionen in die automatisierte Datensammlung und -analyse wirtschaftlich vertretbar macht. Es bleibt dabei zu beobachten, ob die Schritte zur digitalen Asset-Überwachung in erster Linie von den Bahn-Unternehmen in eigener Regie vorgenommen werden oder ob die Dienstleistungen und Datenplattformen der Systemhäuser und der Bahnindustrie stärker in den Vordergrund treten werden. ◀

▶ SUMMARY

„Digitization": The data's exciting way from a rail vehicle to the user

Digitization in the rail sector gathers more and more momentum. For both parts – the operator and the manufacturer – the perspective on more efficiency, attractiveness and hence more competitiveness of the rail service inspires and quite triggers euphoria. Nevertheless, as experience shows, for a long-term commercial success of rail digitization it is indispensable to build up an open and intensive cooperation of engineering, IT and railway know-how, for both, the manufacturer and the operator. This is particularly the case in data flow – developing from a modern rail vehicle into the processes of an railway transport company.