

## Automatisierung

# Auf dem Weg zur autonomen Anschlussbedienung

Inzwischen, im Jahr 2019, scheint auch dem Letzten klar geworden zu sein, dass der Klimawandel eine Realität ist, die die Existenz der Menschheit bedroht, wenn wir unseren Umgang mit den Ressourcen der Erde nicht ändern.

Einer der größten Energieverbraucher und Verursacher von Treibhausgasemissionen ist der Verkehrssektor. Der Anteil am Gesamtenergiebedarf in Europa beträgt 31,8 Prozent und ist weiter steigend. Ursachen sind insbesondere die in Europa zunehmende Verkehrsverlagerung von Schiff und Eisenbahn auf Flugzeug und Straßenverkehr sowie die zunehmenden Transportentfernungen in Folge falscher politisch-ökonomischer Anreize. So werden hochwertige Webstoffe aus größtenteils voll automatisierten italienischen Webereien mit dem Flugzeug auf den indischen Subkontinent geflogen, dort in Hand- oder sogar Kinderarbeit zu Anzügen verarbeitet und zurück nach Europa geflogen. Der indische Schneider fertigt pro Stunde zwar deutlich weniger Anzüge als sein italienischer Kollege, aber er ist inklusive des Transports um mehr

als 30 Prozent günstiger – bedingt durch politische Fehlanreize wie subventioniertes Kerosin, Exportsubventionen für Stoffe, unzureichende Einfuhrzölle und eine völlig verfehlte Abgaben- und Steuerpolitik hinsichtlich des Produktivfaktors Arbeit in der EU. Ähnlich sieht es im Landverkehr aus: Eisenbahn-Ersatzradsätze für das Werk Aachen der DB Regio werden inzwischen nur noch mit dem Lkw angeliefert, obwohl der Versender ebenfalls über einen Gleisanschluss verfügt. Bei Bauarbeiten bevorzugt die DB grundsätzlich den Schienenersatzverkehr auf der Straße, weil ein Bus mit Fahrer billiger ist als Sicherungsposten und längere Bauphasen mit eingleisiger Betriebsführung. Der Gütertransport auf der Schiene hat ökologisch die Nase vorn, wird aber inzwischen noch nicht einmal von den Bahnunternehmen selber mehr genutzt. Bei den wichtigen

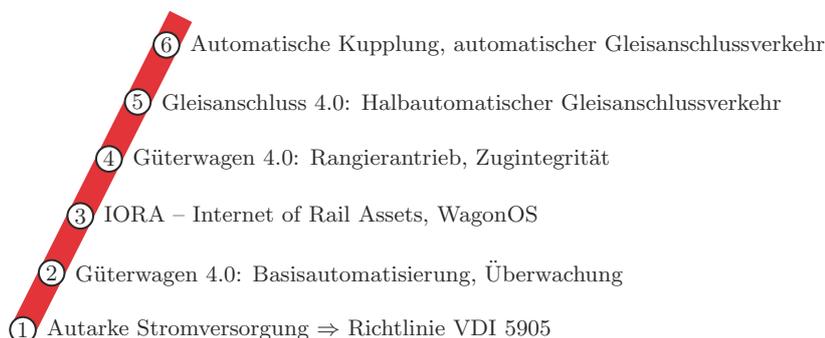
Größen Primärenergiebedarf und spezifischer CO<sub>2</sub>-Ausstoß reden wir unter Berücksichtigung der heutigen Produktionsineffizienzen über einen Faktor von 4 gegenüber dem Lkw – theoretisch, bei optimaler Produktion, beträgt der Faktor sogar 10.

Ein klimafreundliches Güterverkehrssystem kann nur mit der Eisenbahn als Rückgrat funktionieren. Dazu ist aber erforderlich, dass insbesondere der Zugang, die Flexibilität und die Kostensituation verbessert werden. Zwar leistet der Schienenverkehr immer noch circa 17 Prozent der Tonnenkilometer, der zugehörige Anteil am Umsatz der Logistikbranche liegt aber nur bei circa 2 Prozent. Es fehlen insbesondere flexibel buchbare Transportangebote für Wagen- und Palettenladungen sowie für hochwertiges Expressgut. Das funktioniert aber angesichts hoher Lohnkosten nicht mit der Technologie von gestern, sondern erfordert Innovationen. Damit die Verkehrswende gelingt, muss der Schienengüterverkehr (SGV) effizienter und zuverlässiger werden. Der Weg dorthin geht über Telematik und vor allem Automatisierungstechnik.

Im Hauptlauf und im Bereich der Traktion ist die erzielbare Wirkung überschaubar. Schon 1950 wurde festgestellt, dass der Schlüssel zu effizientem Güterverkehr insbesondere in den Rangiervorgängen, Zustellfahrten und Vor-/Nachbereitungszeiten liegt. Dieses Potenzial kann nur mit der Aufwertung von Wagen zu aktiven und kooperativen Betriebsmitteln gehoben werden. Die zentrale Aufgabe besteht darin, einen Migrationsweg zu finden, bei dem Investition in den Wagen frühzeitig zu einem verminderten Personalaufwand und/oder Mehrerlös führt, damit die Entwicklung zu einem modernen SGV zu großen Teilen wirtschaftlich getrieben werden kann und so wenig wie möglich von Subventionen abhängt.



Handbedienelemente dominieren das Bild moderner Güterwagen.



„Railmap“ von der Stromversorgung bis zur Autonomen Anschlussbedienung.

## Der Weg zur Lösung

Aktive, kooperative Güterwagen sind nicht ohne eigene Intelligenz und Energieversorgung denkbar, damit Telematik und Automatisierung auch außerhalb des Zugverbandes, insbesondere beim Rangieren und an einer Ladestelle, funktionieren. Danach eröffnen sich für den Schienengüterverkehr nahezu unbegrenzte Möglichkeiten bis hin zur autonomen Gleisanschlussbedienung. Die Technik muss preisgünstig, robust und standardisiert sein, um ein offenes Netzwerk von beteiligten Akteuren bei Transport von Wagen- und Palettenladungen auch auf internationalen Verkehrsbeziehungen zu ermöglichen. Ohne eine Festlegung von verbindlicher Referenzarchitektur und Systemparametern (wie Spannung des Bordsystems, Toleranzen, Leistungs- und Energieangebot, Speichermanagement etc.) wird sich kein Markt elektrotechnischer Ausrüstung für Güterwagen entwickeln.

Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) hat in seiner Rolle als Verfasser „Anerkannter Regeln der Technik“ den Aufschlag gemacht und eine Richtlinieninitiative für die Energieversorgung etabliert. Neben den Verbänden sind Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU), Wagenhalter und Zulieferer in der Arbeitsgruppe VDI 5905 vertreten. Weitere Diskussionspartner, vor allem aus dem Bereich der Verkehrsunternehmen, sind ausdrücklich erwünscht. Im Jahr 2020 soll der Gründruck erfolgen und je nach Resonanz in der deutschen Fachwelt soll im Anschluss der Weg über das DIN zu einer Europäischen Norm gegangen werden. Nicht Gegenstand der Richtlinie ist die

Energiequelle an sich. Ausdrücklich werden hier verschiedene Optionen offengelassen, um den jeweiligen Verkehren gerecht zu werden.

Falls wenige Kuppelvorgänge anfallen, kann die Verwendung einer durchgehenden elektrischen Leitung (von Hand zu kuppeln oder als Teil einer automatischen Kupplung, zum Beispiel wie beim Projekt Innovativer Güterwagen) mit Speisung durch die Lok interessant sein. Alternativ kann auch solare Strahlungsenergie oder die Bewegungsenergie genutzt werden. Eine inzwischen für einige Spezialwagen (zum Beispiel für Holztransporte) recht weit verbreitete Variante ist dabei der Achsdeckelgenerator, der durch Austausch eines „normalen“ Lagerdeckels schnell montierbar ist und aufgrund von Bauart- und ATEX-Zertifizierung keinerlei Zulassungsprobleme verursacht.

Natürlich ist auch dieser Ansatz nicht ohne Probleme und Kosten. So ist nur oberhalb einer gewissen Mindestgeschwindigkeit das Laden möglich und bei einem Radsatztausch kann so ein Gerät auch mal leicht verschwinden. Unbestreitbare Vorteile sind aber, dass man im gesamten Bordsystem Spannungen unterhalb der „magischen“ 60-Volt-Grenze (VDE 0100–41) halten kann und den Realitäten des liberalisierten Schienengüterverkehrsmarktes (keine speziellen Anforderungen an Lokausrüstung) Rechnung getragen wird.

Über die weiteren technischen Eigenschaften des „Güterwagen 4.0“ ist schon häufig in Fachmedien berichtet worden. Deshalb werden hier ohne Blick auf die Details einige der Features genannt, die durch Strom auf dem



Prof. Dr.-Ing. Manfred Enning  
 Lehrgebiet: Bahnsystemtechnik im  
 Fachbereich Maschinenbau und  
 Mechatronik der FH Aachen



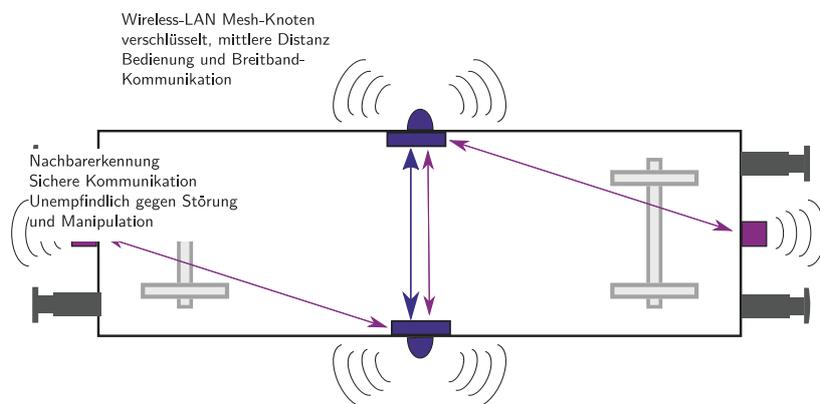
Prof. Dr.-Ing. Bernd D. Schmidt  
 Lehrgebiet: elektrische Eisenbahn-  
 antriebe im Fachbereich Maschinenbau  
 und Mechatronik der FH Aachen



Daniela Wilbring  
 Bachelor of Engineering  
 Schienenfahrzeugtechnik  
 von der FH Aachen

Güterwagen realisiert werden können:

- Sensoren für Ort (GPS), Zustände des Wagens und der Ladung: Zur Optimierung der Disposition und der Wartung, aber auch zur Erkennung



Das Kommunikationskonzept des „Güterwagen 4.0“

gefährdender Entwicklungen während der Fahrt.

- **Aktorik für die Bremsbedienung:** Alle heute manuell auszuführenden Bedienhandlungen (einschließlich Handbremse) werden durch elektromechanische Aktoren für eine Automatisierung erschlossen.
- **Rangierantrieb:** In einer Vielzahl von Anwendungen ermöglicht ein Rangierantrieb eine optimale Arbeitsteilung zwischen Rangierpersonal und Personal des Anschliefers.
- **Digitale Identität:** Bordrechner, der Zustände und Historie des Wagens permanent verfügbar hält.
- **Sichere Kommunikation mit Nachbarwagen über Kurzstreckenfunk (Abbildung 3):** Hiermit kann bei der „Zugtaufe“ die Reihung festgestellt werden. Daraus leiten sich Zugliste mit Zug- und Bremsgewicht ab.
- **In späteren Entwicklungsstufen des Güterwagen 4.0** ist mit der Wagen-zu-Wagen-Kommunikation die Prüfung der Zugintegrität und das simultane Bremsen („eplight“) realisierbar.
- **Gesicherte Kommunikation mit Bediener und/oder umgebenden Logistikprozessen über Nahbereichsnetz (Zum Beispiel WLAN):** komfortable Bedienung des Wagens; Papierlose Integration in Logistik 4.0.

### Anwendungsszenario

Ein Güterwagen 4.0 unterstützt Rangierprozesse in allen Formen des SGV nachhaltig. Spezielle Vorteile können aus Güterwagen 4.0 gebildete Wagen- gruppen bei der Bedienung von An-

schlüssen ausspielen und hier ganz besonders bei Anschlüssen auf der freien Strecke. Zwar mag eingewendet werden, dass diese heute keine große Rolle mehr spielen. Dies muss und wird sich aber ändern. Viele Quellen und Senken von Verkehren, die sich mindestens zu Wagengruppen bündeln lassen, sind Logistik- und Distributionszentren außerhalb der Städte, aber nahe an Fernstraßen und nicht selten nahe an Bahnstrecken, ohne an diese angeschlossen zu sein. Beispiele hierfür finden sich zu Hunderten in Deutschland. Mit den heute zur Verfügung stehenden Methoden ist die Bedienung für alle Seiten (EVU, EIU und Anschließer) häufig unattraktiv. Einige Gründe sind: Bedienfahrten müssen wegen der Richtungswechsel mit Mittelführerstandslokomotiven ausgeführt werden. Wegen der Übergänge in nicht elektrifizierte Anschüsse sind dies in aller Regel Diesellokomotiven. Umläufe dauern lange, weil Fahrten auf der Strecke in Abhängigkeit von örtlichen Gegebenheiten und Signaltechnik als langsame Sperrfahrten durchgeführt werden und die Verästelungen der Anschlüsse befahren werden müssen. Alles zusammen führt zu einer geringen Produktivität. Es werden nur wenige für Bedienfahrten geeignete Lokomotiven vorgehalten, die wegen der abnehmenden Dichte der Anschlüsse immer längere Wege zurücklegen. Die Zustell- und Abholzeiten beim Kunden werden nicht von den Kundenbedürfnissen, sondern umlauftechnisch vorgegeben.

Wenn dann auch noch die Kapazität der Strecke, zum Beispiel durch Takt-SPV, zum Problem wird, ist die Gleisanschlussbedienung zu Ende bzw. wird an die Einrichtung eines neuen Anschlusses überhaupt nicht gedacht. Mit Güterwagen 4.0 werden Gleisanschlüsse der Strecke wieder für alle Beteiligten attraktiv.

- Da nach jeder Zusammenstellungsänderung automatisch eine Bremsberechnung und -probe erfolgt, gibt es keinen technischen Grund mehr, nicht als „Zug“ zu fahren.
- Die intelligente „Gleisanschlussweiche 4.0“ wird mit einem kryptografischen „Ticket“ nach Passieren und Anhalten des Bedien-, „Zuges“ aufgeschlossen. Sie ist in der Sicherheitslogik des Stellwerks nicht vorhanden. Eine teure technische Anbindung an Streckenstellwerke ist damit unnötig. Lediglich die existierende Freimelde- technik ist um einen realen bzw. virtuellen Achszählpunkt zu ergänzen.
- Solange die Weiche nicht wieder verschlossen ist, wird der virtuelle Achszählpunkt als mit stehendem Rad „belegt“ geschaltet; nach ordnungsgemäßem Verschluss der Weiche erfolgt hier das Ein-/Auszählen der mit dem Anschluss ausgetauschten Radsätze. Im vorhandenen Achszählsystem sind also, wie bei allen anderen Zugfahrten auch, immer die richtigen Achszahlen vorhanden. Bei Ankunft der Zugfahrt im nächsten Bahnhof wird die Streckenfahrstraße vom existierenden Stellwerk ordnungsgemäß aufgelöst, ohne dass Eingriffe erforderlich wären. Defekte der „Gleisanschlussweiche 4.0“ wirken sich immer failsafe als Rotausleuchtung (stehendes Rad auf virtuellem Achszählpunkt) aus.
- Den Vershub in oder aus einem Anschluss können angetriebene Güterwagen 4.0 unabhängig von der Richtung der Anschlussanbindung selbstständig durchführen. Die Lok der Bedienfahrt muss weder die Richtung wechseln noch die (elektrifizierte) Strecke verlassen.
- Die vom EVU verantwortete Bedienfahrt beginnt und endet hinter der Anschlussweiche („Briefkastenbedienung“). Weitere Wagenbewegungen

im Privatgelände führt der Anschließ-  
 ßer nach Bedarf selbstständig aus.  
 Dank Antrieb mit Flurfördercharak-  
 teristik und automatischer Hand-  
 brems („Parkbremse“) ist dies ein-  
 fach, sicher und komfortabel.

- Alle Prozesse im Gleisanschluss  
 können voll automatisiert Bezie-  
 hungsweise durch Vernetzung zwi-

schen Wagen, EOW-Anlagen und  
 automatischen Verladeeinrichtungen  
 im Sinne des Internet der Dinge  
 autonom erfolgen.

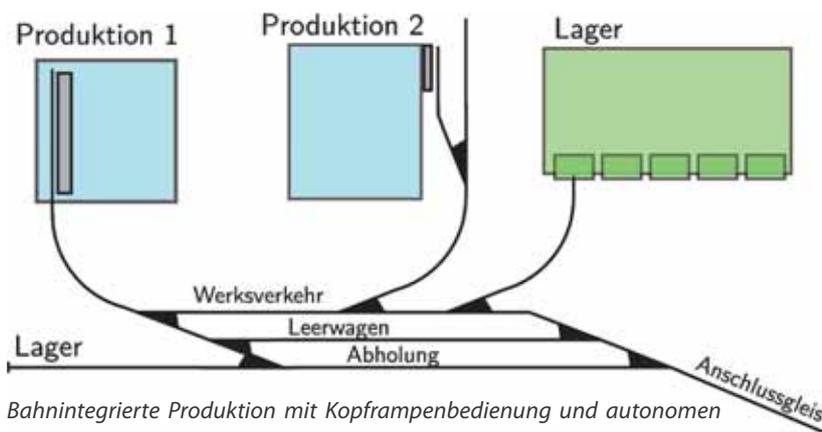
Ein Wermutstropfen bleibt: Bis zur  
 Einführung einer Automatischen  
 Kupplung verbleibt im „Halbautomati-  
 schen Gleisanschlussverkehr“ als ein-  
 zige körperliche Arbeit das Kuppeln

und Trennen der Schraubenkupplung.  
 Ohne zukünftige autonome Über-  
 wachungstechniken, zum Beispiel auf  
 der Grundlage künstlicher Intelligenz,  
 müssen aber auch die Bedienvorgänge  
 durch Menschen kontrolliert werden.  
 Last but not least wird zwar viel über  
 autonomes Fahren auf der Schiene ge-  
 redet; bis dieses aber wirklich technisch  
 verfügbar und zugelassen ist, wird noch  
 einige Zeit vergehen.

Solange also die vollständige Autonomie  
 nicht erreicht ist, mag die Bedie-  
 nung der Schraubenkupplung antiquiert  
 erscheinen. Der negative Einfluss auf  
 die Gesamtproduktivität des Prozesses  
 bleibt aber gering. Deshalb erscheint  
 die halbautomatische Gleisanschluss-  
 bedienung als im Grundsatz schon  
 heute realisierbare und zulassungsfähige  
 Methode als ein sinnvoller Zwischenschritt.

*Manfred Enning,*

*Bernd Schmidt, Daniela Wilbring*



Bahnintegrierte Produktion mit Kopframpenbedienung und autonomen  
 Binnenverkehren.

ANZEIGE



# FULL SERVICE LEASING

## FÜR ELEKTRISCHE LOKOMOTIVEN

- Vermietung von modernen AD, DC und MS Lokomotiven für flexiblen Einsatz auf europäischen Korridoren
- Instandhaltung und Flottenmanagement durch erfahrene Eisenbahnexperten
- Kooperation mit führenden Instandhaltungswerkstätten
- Lokomotiven einsetzbar für Güter- und Personenverkehr
- Flotte zu 100% mit ETCS ausgerüstet
- Umfangreiches Ersatzteilpaket für Siemens Vectron

[ell.co.at](http://ell.co.at)