

Transport-Equipment-as-a-Service: Intelligente Lkw-Trailer im datengetriebenen Speditionsgeschäft

Die digitale Transformation erfasst alle Wirtschaftsbereiche und ermöglicht einen serviceorientierten Unternehmenswandel zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit. Traditionelle Nutzfahrzeughersteller (OEMs) von Lkw-Trailern des Güterkraftverkehrs stehen jedoch noch weitgehend am Anfang dieses tiefgreifenden Wandels. Speditions- und Transportunternehmen bevorzugen ein hybrides Servicemodell der Lkw-Trailer gegenüber einer rein produktzentrierten Nutzung. Technologische Weiterentwicklungen, steigende Anforderungen sowie ein sich veränderndes Kundenverhalten machen den Einsatz digitaler Technologien zur Bereitstellung innovativer Services notwendig. Der vorliegende Artikel präsentiert die Entwicklung digitaler Service-Innovationen aus Sicht von OEMs für Lkw-Trailer des Güterkraftverkehrs. Anhand von praxisnahen Digitalisierungsmaßnahmen und der Konsortialforschung wird eine Entscheidungs- und Handlungsgrundlage geschaffen. Zudem konzipieren die Autoren das Leistungsmodell „Transport-Equipment-as-a-Service“ und thematisieren wichtige Aspekte für den digitalen Wandel der Akteure im datengetriebenen Speditionsgeschäft.

Christoph Heinbach, Maximilian Birle und Goy-Hinrich Korn

Datenbasierte Intelligenz ist im Zeitalter der Digitalisierung und allen voran der künstlichen Intelligenz (KI) kein abstraktes Narrativ, sondern in der Transportlogistikwirtschaft zunehmend Realität. Die Veröffentlichung des dialogbasierten KI-Systems ChatGPT des US-amerikanischen Softwareunternehmens OpenAI, das es auch Logistikern erlaubt, enorme Effizienzsteigerungen in den Bereichen Kundenkommunikation sowie digitale Geschäftsprozesse zu erreichen, ist dafür ein leuchtendes Beispiel. Schon seit einigen Jahren zeichnet sich ab, dass mit der Durchdringung digitaler Technologien, beispielsweise durch Plattformen, Big-Data-Algorithmen, Internet of Things (IoT) und KI-Anwendungen, Entfaltungspotenziale verbunden sind, die das Speditionsgeschäft echtzeitfähiger, vernetzter, automatisierter und skalierbarer entwickeln [1]. Die damit verbundene digitale Transformation erfasst folglich auch den straßengebundenen Güterverkehr, der bis zum Jahr 2027 in Europa mit einem wachsenden Marktvolumen von rund 491 Mrd. € prognostiziert wird [2]. Postulierte Ansätze eines *Smart Forwarding* [3] stellen den serviceorientierten digitalen Wandel im Güterkraftverkehr heraus, der sich derzeit verstärkt auf den effizienteren Einsatz des Transport-Equipments konzentriert – die Anhänger.

Allein in Deutschland beträgt der Anteil an schweren Lkw-Trailern (auch Semitrailer bzw. Sattelaufleger genannt) ca. 70 % [4]. Insgesamt ist seit dem Jahr 2015 die europäische Semitrailer-Flotte um rund 30 % gewachsen, wobei Gesellschaften den Ausbau neuer Leasingkonzepte kontinuierlich forcieren [5]. Dieser Anhängertyp zeichnet sich dadurch aus, dass der Ladungsträger bei der Zugmaschine auf einer Sattelplatte „aufliegt“. Im Gegensatz zu Kühlsattelauflegern werden die in diesem Artikel thematisierten Planenaufleger für die Beförderung von Güterarten eingesetzt, die keine Temperaturkontrolle erfordern. Innovative digitale Lösungen werden angesichts der intensiveren Digitalisierung zunehmend für Lkw-Trailer entwickelt und treiben damit die digitale Transformation für das Transport- und Flottenmanagement konsequent voran. Dabei wird das flottenbezogene Betriebsmanagement von Nutzfahrzeugen im Speditionsgeschäft (auch Fuhrparkmanagement genannt) für Lkw bereits durch umfassende digitale Serviceangebote unterstützt, die unter anderem die Telediagnose, die Auftragsabwicklung, das Handling der Fahrerkartendaten sowie die Fahrerunterstützung betreffen [6]. Neuerdings ergänzen intelligente Algorithmen das Wertangebot der digitalen Features, um die Transportaktivitäten für Fuhrparkleiter und Disponenten noch effizienter zu gestalten. Auf dem Weg zur intelligenten Flotte werden Lkw-

Dr. Christoph Heinbach¹ (✉)

ist Senior Researcher des Forschungsbereichs Smart Enterprise Engineering am DFKI. Als Logistikexperte beschäftigt er sich mit der anwendungsorientierten Gestaltung datengetriebener Freight-Service-Systems in der Transportlogistik. Er forscht insbesondere zum Einsatz der künstlichen Intelligenz, zu Frachttechnologien sowie digitalen Geschäftsmodellen im Güterkraftverkehr. Zusammen mit der Gaia-X-Community innoviert er zudem vernetzte und föderierte Logistiksysteme auf der Basis dezentraler Datenräume.
christoph.heinbach@dfki.de

Maximilian Birle²

ist seit 2021 Leiter Sales und Service Telematics sowie Digital Services beim Unternehmen Fahrzeugwerk Bernard Krone GmbH & Co. KG. Seine Schwerpunkte liegen auf der Transformation tradierter Lösungen und Services. Er stützt sich auf einen pragmatischen Customer-Centric-Innovationsansatz und setzt agile MVPs durch externe Partnerschaften und die Nutzung neuester Technologien kundenindividuell um.
maximilian.birle@krone.de

Dr. Goy-Hinrich Korn³

verantwortet die digitale Transformation der Krone-Gruppe als Chief Digital Officer (CDO). Er ist außerdem Geschäftsführer der Krone Business Center digITal GmbH & Co. KG sowie der Krone eCommerce GmbH & Co. KG. In diesen Funktionen liegt sein Fokus auf der umfassenden Digitalisierung der Unternehmensprozesse als auch der Krone Produkte und Services.
goy-hinrich.korn@krone.de

¹Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI), Smart Enterprise Engineering, Osnabrück, Deutschland

²Fahrzeugwerk Bernard Krone GmbH & Co. KG, Werlte, Deutschland

³Bernard Krone Holding SE & Co. KG, Spelle, Deutschland

Zusammenfassung

- Telematik und KI repräsentieren Enabler für digitale Innovationen des Lkw-Trailers im datengetriebenen Speditionsgeschäft.
- In Trailer-Service-Systemen umfassen intelligente Lkw-Trailer kontextadaptive und autonome Fähigkeiten.
- Neue „as-a-Service“-Logiken werden sich im zukünftigen Lkw-Trailer-Geschäft stärker durchsetzen und den Wettbewerb erhöhen.

Trailer durch den Telematikeinsatz zunehmend IoT-fähig und unterstützen die Servitization auf der Basis dynamischer Betriebsdaten im datengetriebenen Speditionsgeschäft [3].

Digitale Evolution des Lkw-Trailers

Mit Telematik und Sensorik ausgestattete Lkw-Trailer sind für Spedition- und Transportunternehmen nicht unbedingt neu. Das verfügbare Datenpotenzial zum Inhalt der geladenen Transportgüter weckt allerdings zunehmend das Interesse weiterer Stakeholder. Das betrifft zum einen die Verlager als direkte Auftraggeber der Transportdienstleister, die einen echtzeitbasierten Tracking-Service zur Sichtbarkeit der Güter als sog. „Commodity“ von ihren Dienstleistern nutzen, um damit ihre nachgelagerten Prozesse „an der Rampe“ zu automatisieren. Zum anderen stellen Versicherungsunternehmen eine neu aufkommende Interessengruppe für Monitoring-Services der Lkw-Trailer dar, damit im Rahmen der vereinbarten Policen die Transportrisiken zu den Ladungen wertgerecht minimiert werden können (zum Beispiel Geofencing-Überwachung während des Parkens). Insgesamt ist das digitale Wertangebot komplementär zu den physischen Leistungen des Lkw-Trailers und wirkt in prozessorientierter Hinsicht unterstützend für das Transport-, Flotten- und Risikomanagement [7]. Der hohe digitale Wettbewerbsdruck, die steigende Innovationsintensität sowie die zunehmende Servitization verändern die Transportaktivitäten, sodass sich Nutzfahrzeughersteller (Original Equipment Manufacturer, OEMs), aber auch vermehrt Händler und Leasinggesellschaften, als direkte Leistungsanbieter von Lkw-Trailern im Feld der digitalen Transformation positionieren müssen.

Lkw-Trailer werden durch den Einsatz der Telematiktechnologie umfassend vernetzt und zu hybriden Leistungsbündeln transformiert [3]. Derartige Leistungsbündel setzen sich

aus einem Produktanteil – dem Lkw-Trailer – und einem immateriellen Bestandteil – dem digitalen Service – zusammen. Dieses Zusammenspiel stellt in der Kombination ein Produkt-Service-System dar und bildet die serviceorientierte Grundlage für Lkw-Trailer mit smarten Eigenschaften [8]. Sensorisch erfasste Daten und die Integration weiterer IT-Anbieter in die smarten Trailer-Service-Systeme bringen datenbasierte Services (zum Beispiel Estimated Time of Arrival, ETA) mit komplementären Wertversprechen hervor. Mit der zunehmenden Datenverfügbarkeit des Lkw-Trailers entstehen intelligenter Services – die Nutzerinteraktionen im Trailer-Service-System steigen konsequent. Die Systeme werden bereits um weitere Komponenten wie die maschinelle Intelligenz (zum Beispiel Multiagentensystem, MAS) sowie die Aktorik (zum Beispiel aktiver Remote-Türverschluss) ergänzt und ermöglichen dadurch die Realisierung intelligenter Lkw-Trailer mit autonomen Entscheidungsfähigkeiten [9], die im industriellen Umfeld als cyberphysische Systeme thematisiert werden.

Vor diesem Hintergrund kann von einer Evolution des Lkw-Trailers im datengetriebenen Speditionsgeschäft gesprochen werden, die sich an den Stufen des Industrie-4.0-Maturity-Index ausrichten lässt [10]. **Abb. 1** fasst diese Evolution in insgesamt fünf Stufen zusammen, ausgehend von einer rein produktorientierten Trailerentwicklung (Stufe 0) bis hin zu einer selbstständigen Adaption des Lkw-Trailers (Stufe 5). Die Datenkommunikation respektive Bereitstellung erfolgt in der Regel plattformbasiert durch entsprechende Cloud-Computing-Komponenten. Zukünftig kann auf der höchsten Stufe die Datenverarbeitung auch dezentral erfolgen, indem auf der Telematik-Hardware Edge-Computing-Ansätze umgesetzt werden. Angesichts dieser Entwicklungen ist die Digitalisierung des Lkw-Trailers für OEMs keine strategische Option mehr, sondern vielmehr eine Notwendigkeit, um die eigene Wettbewerbsfähigkeit im datengetriebenen Speditionsgeschäft zu sichern. Sowohl die technologischen Entwicklungen als auch die marktseitigen Anforderungen im Kontext beschleunigter Innovationszyklen führen zu einem tiefgreifenden, serviceorientierten Unternehmenswandel. Diese Situation bietet traditionellen OEMs die Chance, eine digitale Transformationsfähigkeit in der Organisation holistisch zu implementieren und die Potenziale in Richtung einer Digital Business Leadership auszuschöpfen.

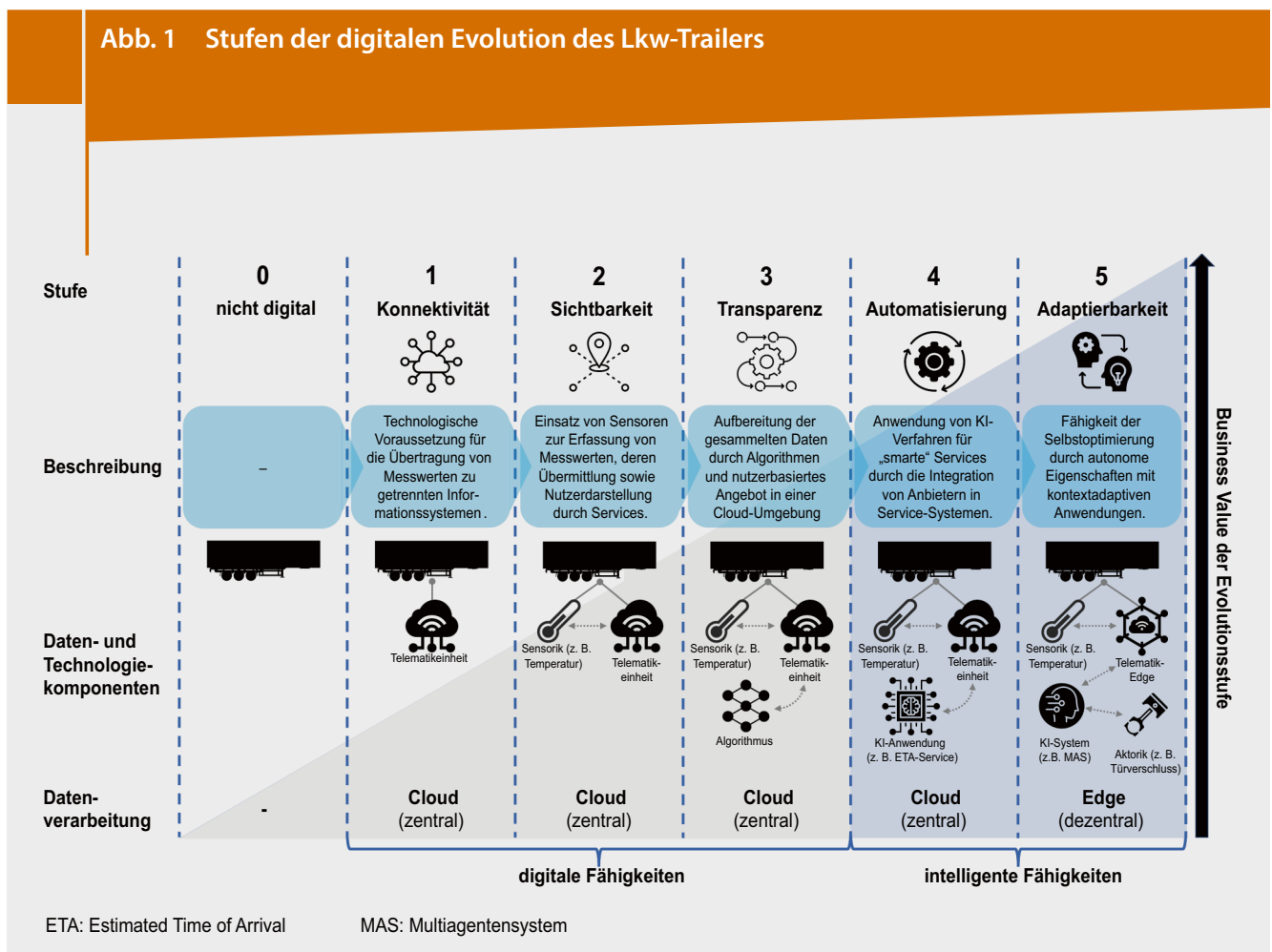
Der vorliegende Beitrag setzt genau an dieser Stelle an und zeigt die Möglichkeiten der digitalen Transformation des Lkw-Trailers aus serviceorientierter Sicht der OEMs auf. Dazu werden zunächst die zentralen Herausforderungen im

datengetriebenen Speditionsgeschäfts beleuchtet, die mit der Vernetzung und der Automatisierung von Geschäftsprozessen verbunden sind. Anschließend thematisieren die Autoren die Telematik sowie die KI als Enabler-Technologie, die für innovative Entwicklungen intelligenter Lkw-Trailer in der Praxis genutzt werden. Der Wandel zu einem serviceorientierten Leistungsanbieter wird daraufhin anhand des Leistungsmodells „Trailer-Equipment-as-a-Service“ mit identifizierten Elementen und Inhalten exemplarisch präsentiert. Abschließend werden konkrete Handlungsschritte zur digitalen Transformation des Lkw-Trailers für OEMs und deren Nutzer vorgeschlagen, die Anhaltspunkte für das fortlaufende Vorantreiben der Digitalisierung sowie die intelligente Trailerentwicklung im datengetriebenen Speditionsgeschäft liefern.

Herausforderungen der digitalen Transformation im datengetriebenen Speditionsgeschäft

Im Vergleich zu anderen Branchen ist die digitale Transformation für das zunehmend datengetriebene Speditionsgeschäft

schäft mit wesentlichen Herausforderungen für OEMs und deren Kunden verbunden. Kleine und mittelständische Spedition- und Transportunternehmen arbeiten häufig noch mit proprietären Systemen und auf der Grundlage papierbasierter Geschäftsprozesse. Avisierte Konzepte einer *Spedition 4.0* [1] oder eines *Smart Forwarding* [3] lassen sich in der Praxis daher nicht problemlos implementieren. Zudem stellen der bestehende Mangel an Fachkräften (zum Beispiel Berufskraftfahrende) und der erforderliche Kompetenzausbau (zum Beispiel Data Science) die Organisationen vor weitere Herausforderungen. Aufgrund bestehender dateninfrastruktureller Schwächen (zum Beispiel alte IT-Systeme), fehlender Standardisierungen für einen harmonisierten Datenaustausch (zum Beispiel Schnittstellen) sowie eines stetig steigenden ökonomischen Drucks (zum Beispiel Mauterhöhung) sind datenbasierte Innovationen mit erheblichen organisatorischen Anstrengungen der Akteure verbunden [1, 3]. Traditionelle OEMs müssen in diesem Gefüge die strategischen Weichen für die Digitalisierung ihrer



Kernthese 1

Telematik und KI unterstützen als Enabler die zunehmende Entwicklung hybrider Leistungsbündel des Lkw-Trailers im datengetriebenen Speditionsgeschäft.

Produkte stellen und gleichzeitig die zunehmende Servitization der Branche berücksichtigen. Die Digitalisierung des Lkw-Trailers ist vor dem Hintergrund kein Sprint, sondern ein Marathon!

In der Folge entstehen digitale Innovationen aufgrund der technologischen Entwicklungsgeschwindigkeit sowie sich ändernder Marktbedingungen und transformieren das klassische Trailerprodukt zu Produkt-Service-Systemen. In diesen Systemen wird eine vermarktbar Kombination von Produkten und Serviceangeboten gebildet, die als hybride Leistungsbündel gemeinsam einen individuellen Nutzenwert für die Kunden erzeugen [11]. Dass dieser kombinatorische Wert für Lkw-Trailer besteht, lässt sich anhand des Angebots zusätzlicher Mehrwertdienstleistungen entlang des Produktlebenszyklus erkennen. Neben der Finanzierung werden weitere Services offeriert, die unter anderem das Reifenmanagement, die Wartung und Instandhaltung sowie die Garantieverlängerung betreffen. Mit der Digitalisierung und der steigenden Integration von sensorischen Daten in Trailer-Service-Systeme ergeben sich weitere digitale Features für den Lkw-Trailer, die eine wertorientierte Bereitstellung von smarten Services mit kontextadaptiven Eigenschaften realisieren [8]. Diesbezügliche Innovationen umfassen sowohl eine echtzeitbasierte ETA-Prognose als auch das KI-gestützte Laderaummanagement. Dabei konzentrieren sich OEMs zunehmend auf die Entwicklung von digitalen Leistungen, um die Flottenmanagementprozesse der Speditions- und Transportunternehmen effizient zu unterstützen. In der Praxis ist diese Situation jedoch mit einer branchenbedingten digitalen Trägheit verbunden, sodass digitale Innovationen nur langsam die Strukturen und Geschäftsprozesse durchdringen.

Etwas niedrigschwelliger ist für die Speditions- und Transportunternehmen die Nutzung des Angebots plattformbasierter Services für das Transportmanagement. Die Vorteile der Plattformökonomie resultieren dabei insbesondere aus exponentiellen Netzwerkeffekten, die sich beispielsweise durch digitale Frachtenbörsen für das „Matching“ von Teil- und Komplettladungen ergeben. Das Spektrum digitaler Plattformangebote hat sich mittlerweile komplementär zu

den Transportaktivitäten entwickelt, wodurch die Geschäftsprozesse im Speditionsgeschäft umfassend für die Nutzer unterstützt werden [12]. Interaktionsdaten der Plattformnutzer werden dabei gesammelt, zusammengesetzt sowie analysiert und anschließend als transaktionsbasierte Services nutzbar gemacht. Darin repräsentieren Cloud-Computing-Komponenten digitale Ressourcen mit hoher Skalierbarkeit auf den Ebenen der technologischen Infrastruktur, der Plattform sowie der Software, die „as-a-Service“ bereitgestellt werden. Mit der Expansionsfähigkeit dieser Komponenten sind disruptive Innovationen durch den Eintritt neuer Marktakteure (zum Beispiel digitale Spediteure) verbunden, die mit ihren digitalen Geschäftsmodellen konsequent den Wettbewerb in der Branche verschärfen [13].

Plattformbasierte Datenintermediäre verändern die Architektur der Leistungserbringung im datengetriebenen Speditionsgeschäft grundlegend. Diese Erscheinungen werden in der Praxis als sog. Frachttechnologien (engl. Abkürzung *Freight-Tech*) [14] subsumiert und unterstützen die Datennutzbarkeit des Lkw-Trailers für flottenbezogene Vorgänge durch die Integration der Telemetriedaten. Lkw-Betriebsdaten können beispielsweise für die Bewertung der ökonomischen Fahrweise durch den Kraftstoffverbrauch als signifikanter Kostentreiber genutzt werden. Für den Lkw-Trailer ergeben sich hingegen transaktionsfähige Services zum Beispiel aus Reifendruckkontrollsystemen (engl. *Tire Pressure Monitoring System*, TPMS), die im Rahmen der novellierten UN ECE R 141-Regelung für alle gewerblichen Anhänger über 3,5 t ab Juli 2024 gesetzlich vorgeschrieben sind. Zusammengefasst ist die Umsetzung datenbasierter Funktionen für Lkw-Trailer sowie die Etablierung digitaler Geschäftsmodelle an den Einsatz digitaler Plattformen gekoppelt. Für den wettbewerbsfähigen Aufbau eines trailerspezifischen Service-Portfolios seitens der OEMs müssen digitale Plattformen daher die Integration weiterer Anbieter in die Servicesysteme ermöglichen. Dieser Gedanke stellt infolgedessen bestehende produktorientierte Trailerbetriebskonzepte infrage und macht tradierte Geschäftsmodelle obsolet.

Telematik und KI als Enabler für die Intelligenz im Trailergeschäft

Mit digitalen Trailerservices zum datengetriebenen Flottenmanagement

Während sich digitale Plattformen im datengetriebenen Speditionsgeschäft in den letzten Jahren erfolgreich etablieren

konnten, stellen Service-Innovationen für Lkw-Trailer sowie alternative Ladungsträger wie Wechselbrücken und Container einen wachsenden Geschäftsbereich dar. Wie bereits dargestellt, bietet dazu der Telematikeinsatz vielfältige wertschöpfende Möglichkeiten durch die Nutzung der Telemetriedaten [7]. Historisch betrachtet wurden OEM-eigene Telematiksysteme mit proprietären Schnittstellen für den Lkw eingesetzt, die allerdings für ein technisches Management von Merkmalen-Flotten nicht praktikabel waren. Mit dem von den führenden Lkw-Herstellern in Europa geschaffenen FMS-Standard konnten fortan Telemetriedaten vom CAN-Bus eines Fremdfahrzeugs genutzt werden. Durch diese Öffnung ist die Entwicklung telematikbasierter Services entweder durch eigene Systeme oder die Integration von bestehenden Telematikanbietern forciert worden. Mit der Zeit sind mobile (solarbetriebene) Telematiklösungen für Lkw-Trailer hinzugekommen, sodass eine echtzeitfähige Sichtbarkeit und Transparenz sowie bidirektionale Steuerung die Transportaktivitäten ergänzt haben. Derartige Telematikfunktionen standen zuvor vorrangig im Kontext mit Kühltransporten zur Temperaturaufzeichnung nach DIN EN 12830. Insgesamt repräsentiert die Telematik eine Enabler-Technologie, die eine IoT-fähige Vernetzung unterstützt und dabei für OEMs den Übergang vom klassischen Trailerprodukt hin zum hybriden Trailer-Servicemodell für die Anwender lanciert.

Digitale Kompetenzen und der konsequente Ausbau digitaler Wertangebote werden vor dem Hintergrund zu entscheidenden Wettbewerbsmerkmalen für OEMs, um im zunehmenden datengetriebenen Speditionsgeschäft bestehen zu können. Dabei werden im Fahrzeug verbaute Sensoren zur Datenerfassung mit der Telematik zur Datenkommunikation und dem datenverarbeitenden Einsatz innovativer KI-Anwendungen kombiniert. Wie das praktisch umgesetzt wird, lässt sich aus OEM-Sicht nachfolgend an einem Unternehmensbeispiel verdeutlichen: Das Produkt „Cool-Liner“ des Nutzfahrzeugherstellers Krone umfasst durchschnittlich 40 Sensorparameter, die jährlich rund eine Million Daten-

punkte messen. Die technischen Betriebsdaten des Planensattelauflegers werden durch Sensoren erfasst, mithilfe eigener Telematiksysteme übermittelt, anschließend zu Nutzerinformationen verdichtet und durch KI-Verfahren ergänzt. Aus dieser Kombination resultieren Krone spezifische hybride Leistungsbündel, die als digitales Service-Portfolio für Kunden in den nachfolgenden Angebotsbereichen organisiert sind (Tab. 1; Abb. 2):

Die Informationsbereitstellung und Funktionsnutzung erfolgt dabei über eine zentrale Plattforminstanz in einer Web- und App-basierten Applikation, in der die Nutzer individuelle Einstellungen vornehmen können (zum Beispiel Benachrichtigungen, Reporting). Zudem können die Fahrzeugdaten des Lkw-Trailers über eine dedizierte Datenschnittstelle (zum Beispiel REST API) im JSON-Format in Kundensysteme direkt integriert werden [16].

Entscheidend bei dem Spektrum der digitalen Serviceangebote (Level 1–3) ist, dass der Nutzfahrzeughersteller Krone aufgrund der kurzen Innovationszyklen sowie der damit benötigten Datenkompetenzen die gestellten Aufgaben nicht komplett allein bewältigt. Vielmehr ist eine fluide und progressive Herangehensweise erforderlich, damit eine funktionsorientierte Entwicklung und Operationalisierung digitaler Services im Trailer-Service-System ermöglicht werden. Von entscheidender Bedeutung ist daher die strategische Zusammenarbeit mit IT-Partnern, beispielsweise Start-ups und Grown-ups, damit eine digitale Wertschöpfung hinsichtlich Zeit, Qualität und Preis realisiert werden kann. Das Unternehmen Krone profitiert zum Beispiel von der Agilität und dem digitalen Know-how, während die IT-Partner Zugang zum Speditionsmarkt erhalten und ihre Entwicklungen erproben können. Dem im Beispiel von Krone genannten Service *Smart Capacity Management* geht beispielsweise eine strategische Zusammenarbeit mit einem spezialisierten Technologieanbieter voraus. Erst durch das agile Zusammenspiel der Telematik (Übertragung der Bilddaten) mit einer KI-Anwendung (Bildererkennung und Kategorisierung) ist die Bereit-

Tab. 1 Funktionsorientierte Übersicht der digitalen Leistungen des Lkw-Trailers bei Krone [15]

Servicefunktion	Datenbasierte Leistungsbeschreibung
1D – Level 1	Betrifft den Lokalisierungsservice in Echtzeit auf der Basis von GPS-Daten
2D – Level 2	Umfasst die Serviceangebote zu relevanten Sensoren, einschließlich Türschlössern, Temperatursensoren, EBS, TPMS sowie Kommunikation für die Kühlungseinheit
3D – Level 3	Repräsentiert die Kombination aus integrierten Kamerabildern in Echtzeit und dem Einsatz der KI-Intelligenz zur automatischen Visualisierung der Laderaumkapazitäten (<i>Smart Capacity Management</i>)

Kernthese 2

Ein intelligenter Lkw-Trailer wird zum entscheidenden Erfolgsfaktor für vernetzte und automatisierte Transportketten durch innovative Trailer-Service-Systeme.

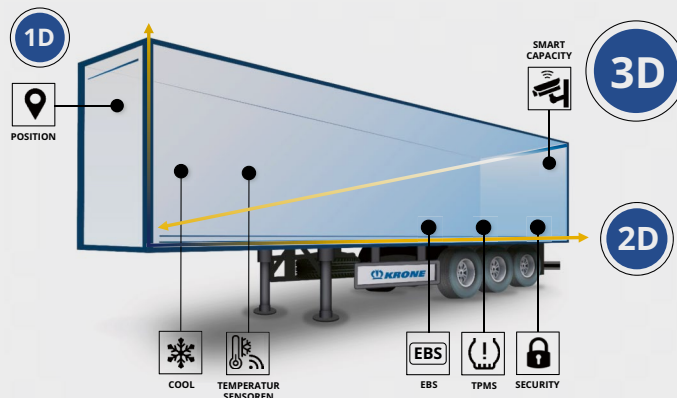
stellung der automatisierten Laderaumerkennungsfunktion in der Web-Applikation möglich.

Intelligente Lkw-Trailer für wettbewerbsfähige Transportketten in Trailer-Service-Systemen

Zusätzlich bietet die Zusammenarbeit mit anwendungsorientierten Forschungsinstituten die Möglichkeit, digitale Service-Innovationen für OEMs zu entwickeln. Im Fokus steht dabei expressis verbis ein problembasierter Nutzen durch zu gestaltende Artefakte, die den Wissenstransfer aus der Forschung in die Praxis unterstützen. Datenbasierte Services für Lkw-Trailer können so mit Blick auf neue technologische

Entwicklungen in einem betrieblichen Umfeld erschlossen werden. Das Unternehmen Krone arbeitet in dem laufenden Konsortialforschungsprojekt GAIA-X 4 ROMS beispielsweise mit dem Deutschen Forschungsinstitut für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI) zusammen, um durch neuartige KI-Systeme Automatisierungsfunktionen für das Flottenmanagement zu erzeugen. Entwicklungsgrundlage für den Hauptlauftransport zwischen den Depots stellen telematikgestützte „intelligente Wechselbrücken und Trailer (iWT)“ dar, die mit Softwareagenten kombiniert werden und als innovative *iWT-Agenten* mithilfe der Dateninfrastruktur *Gaia-X* einen sicheren, vertrauensvollen und souveränen Datenaustausch in einem dezentralen Datenraum gewährleisten sollen [9]. Disponenten und Fuhrparkmanager interagieren mit den Softwareagenten und können automatisierte Entscheidungsvorschläge zu den Planungen der Transport- und Wartungsaufträge in Bezug auf die verfügbaren Flottenkapazitäten bestätigen oder ablehnen. Im Ergebnis entfallen dadurch kostenintensive Routinetätigkeiten im Speditionsgeschäft, da

Abb. 2 Service-Level-Schema datenbasierter Leistungen von Krones Lkw-Trailern (Krone intern)



Datenleistung	Level 1	Level 2	Level 3
Positionen (GPS-Daten)	X		
EBS-Informationen (Fehlercodes, Gewicht, Laufleistung, Fahrverhalten)		X	X
TPMS-Informationen (Reifendruck / -temperatur)		X	
Informationen zum Kühlaggregat (Temperatur, Fehlercodes)		X	
Informationen zur Tür (Türverschluss)		X	X
Echtzeit-Bilder aus dem Laderaum			X

manuelle Dispositionsaktivitäten reduziert und Ressourcen zur Steigerung der Interaktionsintensität mit den Kunden freigesetzt werden können. Der KI-Einsatz ist angesichts dieser Potenziale als Enabler für die Gestaltung und Entwicklung innovativer Lkw-Trailer mit kontextadaptiven Eigenschaften zu betrachten, der in Zukunft stärker innoviert werden wird.

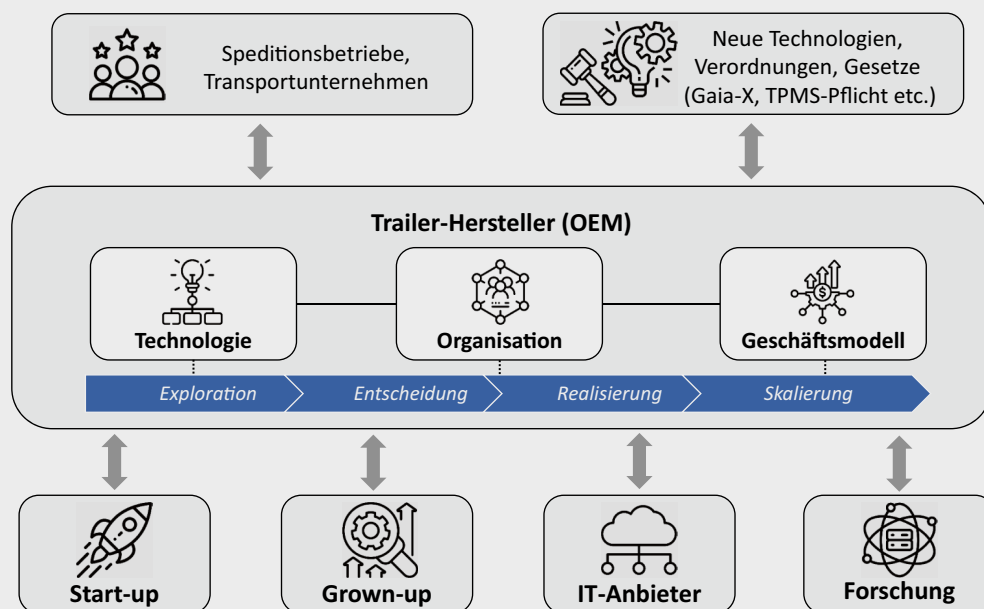
Erst durch den Anwendungskontext in einem real betrieblichen Umfeld können digitale Service-Innovationen der OEMs mit einem hohen Business Value entstehen. Daher ist sowohl die Integration von Anforderungen seitens der Anwender und des Marktes als auch eine systematische Herangehensweise von erfolgskritischer Relevanz. Ein agiles Softwareengineering unterstützt die zielführende Gestaltung und Entwicklung vernetzter und automatisierter Transportketten in kollaborativen Trailer-Service-Systemen, von der Use-Case-Konzeption bis zu einem releasefähigen Minimal Viable Product. Auf diesem Weg bietet die Auseinandersetzung mit neuen Technologien wie dem technischen Framework *Gaia-X* wertvolle Chancen für den standardisierten Aufbau datenbasierter Dienste und Geschäftsmodelle in zukünftigen Datenökosystemen im Einklang mit europäischen Werten. Die erforderliche inhaltliche Umsetzung lässt sich anhand einer digitalen Roadmap mit den Dimensionen *Technologie, Or-*

ganisation und *Geschäftsmodell* ausrichten. Relevante Handlungsfelder müssen sich dabei an identifizierten Use Cases orientieren und betreffen die Phasen *Exploration, Entscheidung, Realisierung* und *Skalierung* [17]. Eine Zusammenarbeit mit Start-ups, IT-Partnern sowie Forschungsinstituten setzt dabei eine offene Innovationskultur der OEMs in allen Dimensionen und Handlungsfeldern voraus. Erst dann können digitale Services für Lkw-Trailer mit marktfähigen Wertversprechen prototypisch implementiert, minimal erprobt und anschließend operationalisiert sowie skaliert werden (**Abb. 3**).

Trailer-Equipment-as-a-Service: Ein nutzungsbasierter Ansatz mit neuen Leistungsdynamiken

Es wurde deutlich, dass die fortschreitende Digitalisierung des Lkw-Trailers dazu führt, dass OEMs, aber auch Händler und Leasinggesellschaften ihre Betriebskonzepte überdenken müssen. Neue datengetriebene Wertangebote und der KI-Einsatz müssen sich dabei stärker an den Kundenprämissen und der User-Experience ausrichten. Es ist davon auszugehen, dass sich im Nutzfahrzeugbereich zukünftig eine Flexibilisierung der Leistungserbringungen mit neuen Dynamiken stärker durchsetzen wird. Diese Entwicklung ist in der Automobilindustrie bereits in Form von bedarfsorientierten (on

Abb. 3 Digitale Roadmap des Original Equipment Manufacturer (OEM) im Trailer-Service-System



Kernthese 3

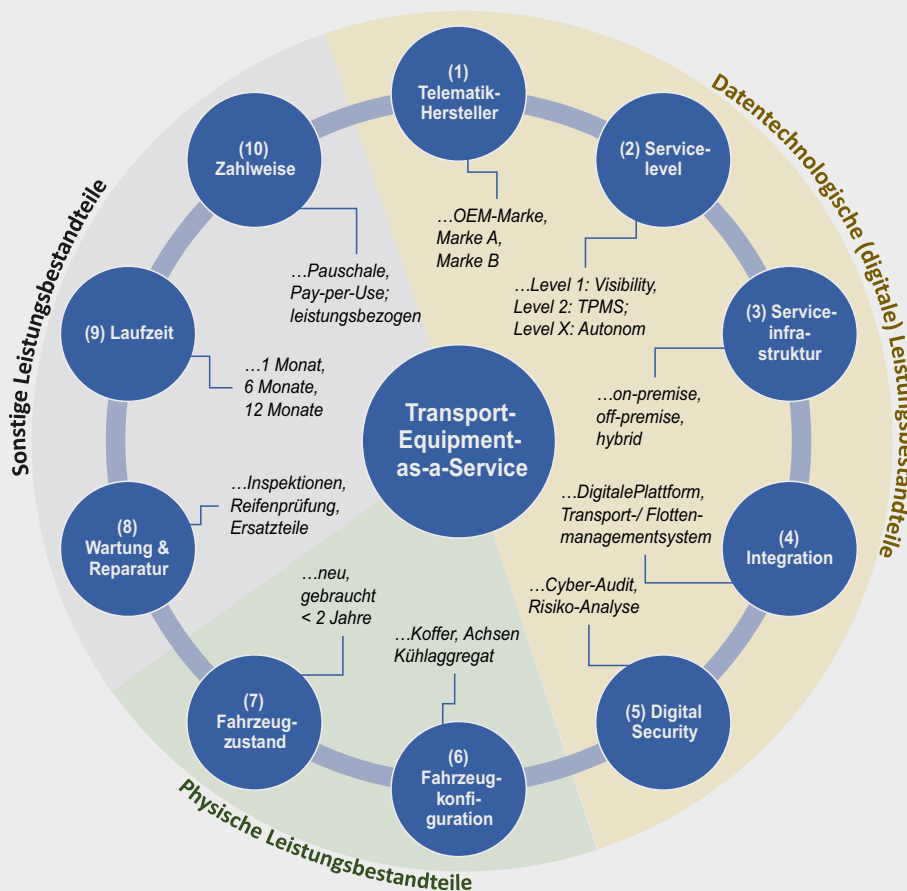
Die digitale Transformation des Lkw-Trailers ist in der Zukunft mit neuen „as-a-Service“-Logiken für bedarfsorientierte Wertversprechen verbunden.

demand) Konzepten sichtbar. Anbieter wie ViveLaCar und Fleetpool verstehen sich dabei als Mobilitätslösungsanbieter und bieten individuell konfigurierbare Flottennutzungs-Abos im White-Label-Ansatz an [18]. Mit der Projektion dieser „as-a-Service“-Logik auf Lkw-Trailer gewinnen bedarfsorientierte Leistungen im Nutzfahrzeugbereich konsequent an Bedeutung und umfassen das vollständige hybride Leistungsspektrum intelligenter Lkw-Trailer. Während Leasinggesellschaften hybride Leistungskonzepte in der Praxis bereits umsetzen, gilt es, einen ganzheitlichen Ansatz der spezifischen

Leistungsbestandteile im Markt zu etablieren. Traditionelle Leistungsanbieter von Lkw-Trailern haben dadurch die Chance, sich zu einem holistischen Lösungsanbieter im datengetriebenen Speditionsgeschäft zu transformieren und ihre Digital Business Leadership unter Beweis zu stellen.

Ein flexibler und bedarfsorientierter Betriebseinsatz von Lkw-Trailern resultiert folglich aus konfigurierbaren „as-a-Service“-Bestandteilen, die sich in Zukunft stärker entfalten werden. Intelligente Trailer-Service-Systeme, die in modularisierter Form im Markt angeboten werden, setzen sich dabei aus den Leistungsbestandteilen physische Assets, digitale Services sowie sonstige Services entlang des Trailer-Lebenszyklus zusammen. Die Autoren entwerfen dazu exemplarisch in **Abb. 4** das bedarfsorientierte Leistungsmodell „Transport-Equipment-as-a-Service“ und zeigen eine erste Auswahl einzelner Elemente. Das produktorientierte Modell beinhaltet zudem beispielhafte Details zu möglichen nutzenstiftenden

Abb. 4 Exemplarische Darstellung des Leistungsmodells „Transport-Equipment-as-a-Service“



Angebotsoptionen. Derartige Betriebsmodelle sind mit Vorteilen verbunden, die den Komfort der Nutzung, die Flexibilität, die Verfügbarkeit sowie die vereinfachte Leistungsstruktur von Lkw-Trailern betreffen. Die nutzerorientierte Ausrichtung erlaubt es OEMs, die Customer Journey entlang der internen Touchpoints neu zu organisieren und damit das Kundenerlebnis sowie die Beziehung zu verbessern.

Das vereinfachte Leistungsmodell vermittelt einen ersten konzeptionellen Eindruck zukünftiger Betriebsmodelle für Lkw-Trailer mit zunehmend intelligenten Fähigkeiten. Dabei darf nicht außer Acht gelassen werden, dass die Transformation von weiteren Technologieentwicklungen in der Branche flankiert wird. Erste Konzepte einer Teleoperation für ein fahrerloses Yard-Management sowie die konsequente Elektrifizierung durch elektrische Antriebsachsen wurden bereits in die betriebliche Praxis erfolgreich transferiert und werden zunehmend kommerziell betrieben. Diese Entwicklungen deuten an, dass weitere Akteure zukünftig in den Nutzfahrzeugmarkt eintreten werden und das hybride „as-a-Service“-Portfolio für Lkw-Trailer durch weitere Leistungsbestandteile und Angebotsoptionen erweitern. Ob sich das vorgestellte Betriebsmodell im Markt durchsetzen wird, lässt sich abschließend nicht feststellen. Grundsätzlich sind die nachfolgend identifizierten Aspekte für die Akteure im Straßengüterkraftverkehr von Bedeutung, damit der Übergang zu intelligenten Lkw-Trailern mit bedarfsorientierten Wertangeboten erfolgreich realisiert wird:

Digitale Kompetenzen. Ohne wissensbasierte und methodische Fähigkeiten lassen sich Probleme nicht lösen. Die Digitalisierung des Lkw-Trailers macht daher eine kontinuierliche Aus- und Weiterbildung zur transformativ-holistischen Wirkung neuer Technologien sowie deren Nutzung für Leistungsanbieter von Trailern, Speditionsbetriebe und Transportunternehmen dringend notwendig. Traditionelle Nutzfahrzeughersteller und deren Kunden müssen dabei die Analyse eigener Daten stärker forcieren und einen betriebswirtschaftlichen Bezug herstellen. Die Vermittlung von Know-how und Förderung der Kreativität kann zudem durch den Aufbau eigener „Learning Labs“ strategisch unterstützt werden. Zudem muss die Integration benötigter Kompetenz durch IT-Partner in Betracht gezogen werden, damit bestehende Kompetenzlücken für das datenbasierte Leistungsangebot optimal ergänzt werden.

Technologieoffenheit und Forschung. Innovationsfähigkeit steht in einem deutlichen Zusammenhang zur Technologieoffenheit von Unternehmen. Die offene Auseinanderset-

zung mit neuen Technologien seitens der Akteure darf nicht an dem Mangel von Ressourcen scheitern, sondern muss als aktives Element in der Unternehmenskultur verankert werden. Kreativität, Experimentierfreude und Erfahrung unterstützen neue digitale Lösungsansätze und müssen stärker in Unternehmen gefördert werden. Begleitend bietet die anwendungsorientierte Forschung den Akteuren finanzielle Unterstützung sowie Zugang zu interdisziplinären Netzwerken für Innovationen. Im Fokus für die Entwicklung des intelligenten Lkw-Trailers stehen eine problemlösungsorientierte Herangehensweise sowie der praktische Lösungstransfer in ein expeditionelles Betriebsumfeld.

Vernetzung und Datenaustausch. Für Leistungsanbieter sind die Nähe und der Kontakt zum Kunden grundlegende Voraussetzung, um marktseitige Anforderungen mithilfe digitaler (smarter) Features in ihre Geschäftsmodelle zu integrieren. Das erfordert eine steigende Vernetzung und Automatisierung des Lkw-Trailers durch gemeinsame (Kommunikations-)Standards sowie eine leistungsfähige Dateninfrastruktur. Ein telematikgestützter Trailer darf nicht auf ein isoliertes Daten-Asset in Wertschöpfungsprozessen reduziert werden, sondern muss aus Sicht des Datenpotenzials stärker in expeditionelle „wertsteigernde“ Geschäftsprozesse integriert werden. Das Leitbild „open source first“ muss sich daher stärker in der gemeinsamen Entwicklung von Innovationen zwischen OEMs und Marktbegleitern durchsetzen, damit skalierbare Geschäftsmodelle fair gestaltet werden können.

Kultur der Kollaborationen. Ein digitaler Wandel des Lkw-Trailers erfordert eine Kultur der Kollaboration, die bereits zu Beginn der Zusammenarbeit zwischen OEMs, Kunden und IT-Partnern vertrauensvoll entstehen muss. Dabei sind die Öffnung des Innovationsprozesses und die gemeinsame Nutzung von Wissen eine Chance, um einen Kulturwandel im Trailer-Service-System zu erreichen. Speditions- und Transportunternehmen benötigen eine progressive Strategie, Offenheit sowie Partnerschaften im Umgang mit digitalen Services, die einen „Commodity-Ansatz“ entkoppeln und marktdifferenzierende Leistungen etablieren. Zudem ist die Etablierung domänenübergreifender „Industry Labs“ zwischen den Herstellern von Lkws und Trailern wichtig, damit eine fahrzeugübergreifende Datennutzung durch einen standardisierten Datenaustausch von kombinierten Lkws und Trailern vorangetrieben wird.

Change Management. Mit der Digitalisierung des Lkw-Trailers ist ein Veränderungsmanagement für Unternehmen verbunden, das auf kultureller, technologischer, struktureller

Handlungsempfehlungen

- Eine prozessorientierte Analyse für den Einsatz von Telematik und KI in Lkw-Trailern ist für die Transportunternehmen und Verlader grundlegend erforderlich.
- Intelligente Services mit immer kürzeren Innovationszyklen müssen für den Lkw-Trailer kollaborativ entwickelt, erprobt und operationalisiert werden.
- Anbieter von Trailerleistungen benötigen eine agile, offene und ganzheitliche Herangehensweise für die Etablierung marktfähiger „as-a-Service“-Angebote.

und organisatorischer Ebene stattfindet. Im Fokus der Mitarbeitenden steht die Bereitschaft, neue Technologien anzunehmen und aktiv zu nutzen. Die Entwicklung einer notwendigen „Digital Readiness“ erfordert Kommunikation, Trainings sowie Andockpunkte, um die Handlungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dezentral zu organisieren und kundenzentrierte Inspirationen zu erzeugen. Eine aktive Einbindung von Mitarbeitenden in die Veränderungsprozesse ist dabei von erfolgskritischer Relevanz, da ohne die Unterstützung der Belegschaft ein digitaler Wandel des Lkw-Trailers nicht gelingen wird. Die Co-Creation in der Innovationsentwicklung und der Kundentransfer sollten dabei mithilfe des Design Thinking oder der Customer Journey unterstützt werden, um das Vertrauen und die Selbstkompetenz der Mitarbeitenden zu fördern.

Fazit und Ausblick

Mit der digitalen Transformation des Speditionsgeschäfts sind für die Akteure Möglichkeiten verbunden, datenbasierte Innovationen zu erschließen, die ihre Wettbewerbsposition erhalten und weiter ausbauen. Gleichwohl ist es Speditions- und Transportunternehmen im Zeitalter von Big-Data-Algorithmen, IoT-Technologien und KI-gestützten Prozessen bislang nur bedingt möglich, die bestehenden transformativen Potenziale im Güterkraftverkehr zu nutzen. Trailerspezifische Daten repräsentieren insofern noch eine Ressource mit unterschätzten Wertversprechen, die im Zusammenspiel zwischen raumzeitlicher Güterlogistik und der zunehmenden Servitization ein wichtiges Bindeglied darstellen. Die Nutzung der Telematik als Enabler-Technologie sowie sensorischer Komponenten sind in diesem Zusammenhang grundlegende Voraussetzungen, damit Vernetzungen und Automatisierungen des Lkw-Trailers in der Praxis möglich werden. Ein ergänzen-

der Einsatz innovativer KI-Systeme und der Actorik für intelligente Lkw-Trailer mit einem hohen Business Value wird das Bild des datengetriebenen Speditionsgeschäfts zukünftig stärker prägen und Disruptionen beschleunigen.

Den OEMs von Lkw-Trailern kommt in dieser Hinsicht eine Schlüsselrolle zu, da sie im Zentrum des Wandels vom physischen Produkthanbieter hin zu einem hybriden Lösungsanbieter mit individuellen Kundenangeboten stehen und eine agile Unternehmenskultur implementieren müssen. In den Wertschöpfungssystemen werden Cloud-Technologien als digitale Infrastrukturressourcen eingesetzt, deren Wertangebote in zunehmend komplexen Trailer-Service-Systemen noch nicht ausreichend untersucht worden sind. Es ist daher sinnvoll, den plattformbasierten Nutzen in bestehenden Systemen hinsichtlich der komplementären „as-a-Service“-Wertversprechen zu analysieren, um das Spektrum der digitalen Leistungsversprechen produkt- und anwenderorientiert auszurichten. Daraus identifizierte modularisierte Leistungsbündel können die strategische Einbettung in neue digitale Geschäftsmodelle ermöglichen und zu einer positiven Rückkopplung für die physische Trailer-Evolution beitragen.

Das Leistungsmodell „Transport-Equipment-as-a-Service“ repräsentiert ein innovatives Betriebskonzept, das die hybriden Leistungsbestandteile des intelligenten Lkw-Trailers adressiert und gleichzeitig die bedarfsorientierten Marktanforderungen berücksichtigt. Eine flexibilisierte Nutzung von Lkw-Trailern durch die Speditions- und Transportunternehmen entlang des Lebenszyklus wird sich im Kontext komplexer Trailer-Service-Systeme in den einzelnen Leistungsbereichen intensiver differenzieren. Wesentliche Aspekte für den Erfolg dieses partnerschaftlichen Wandels wurden in diesem Artikel thematisiert. Bis der erste Trailer-Sprachassistent mithilfe der generativen KI das Flottenmanagement unterstützt, wird es vermutlich nicht mehr allzu lange dauern. Höchste Zeit, tradierte Konzepte über Bord zu werfen und die digitale Transformation proaktiv mitzugestalten!

Hinweis des Verlags

Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.

Funding. Open access funding provided by Projekt DEAL.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung,

Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- [1] Dietrich, A., & Fiege, F. (2017). Digitale Transformation des Speditionsgeschäfts umfasst mehr als Spedition 4.0. *Wirtschaftsinformatik & Management*, 9, 36–45. <https://doi.org/10.1007/s35764-017-0058-6>.
- [2] Transport Intelligence (2023). European road freight transport market forecasts for 2023, 2024 and 2027. <https://www.ti-insight.com/wp-content/uploads/2023/12/ERFT-Market-Forecasts-2023-2024-and-2027-WP.pdf>. Zugegriffen: 6. Febr. 2024.
- [3] Heinbach, C., Kammler, F., & Thomas, O. (2020). Smart Forwarding – Datengetriebene Wertschöpfung in der Logistikkette. *Wirtschaftsinformatik & Management*, 12, 458–471. <https://doi.org/10.1365/s35764-020-00294-8>.
- [4] Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL) e. V. (2022). Der Gewerbliche Güterkraftverkehr – eine Branche in Zahlen. <https://www.bgl-ev.de/wp-content/uploads/simple-file-list/brancheninfo.pdf>. Zugegriffen: 6. Febr. 2024.
- [5] Luman, R. (2023). The European trailer market cools after years of expansion. ING THINK economic and financial analysis. <https://think.ing.com/downloads/pdf/article/european-trailer-market-cools-following-expansion>. Zugegriffen: 6. Febr. 2024.
- [6] Bez, C., Bosler, M., & Burr, W. (2019). Digitale Connected-Truck-Services: Geschäftsmodelle für vernetzte Lkw. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 56, 557–573. <https://doi.org/10.1365/s40702-019-00522-9>.
- [7] Heinbach, C., Meier, P., & Thomas, O. (2022). Designing a shared freight service intelligence platform for transport stakeholders using mobile telematics. *Information Systems and e-Business Management*, 20, 847–888. <https://doi.org/10.1007/s10257-022-00572-5>.
- [8] Kagermann, H., Riemensperger, F., Hoke, D., Schuh, G., Scheer, A.-W., Spath, D., Leukert, B., Wahlster, W., Rohleder, B., & Schweer, D. (2015). *Smart Service Welt – Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft*. Berlin: acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.
- [9] Heinbach, C., Gössling, H., Meier, P., & Thomas, O. (2023). Smart Managed Freight Fleet: Ein automatisiertes und vernetztes Flottenmanagement in einem föderierten Datenökosystem. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 60, 193–213. <https://doi.org/10.1365/s40702-022-00887-4>.
- [10] Schuh, G., Salmen, M., Jussen, P., Riesener, M., Zeller, V., Hensen, T., Begovic, A., Birkmeier, M., Hocken, C., Jordan, F., Kantelberg, J., Kelzenberg, C., Kolz, D., Maasem, C., Siegers, J., Stark, M., & Tönnies, C. (2017). Geschäftsmodell-Innovation. In *Handbuch Industrie 4.0: Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik* (S. 1–29). München: Hanser.
- [11] Leimeister, J. M. (2020). Auswirkungen der Digitalisierung auf die Wertschöpfung. In *Dienstleistungsengineering und -management: Data-driven Service Innovation* 2. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.
- [12] Heinbach, C., Beinke, J., Kammler, F., & Thomas, O. (2022). Data-driven forwarding: a typology of digital platforms for road freight transport management. *Electronic Markets*, 32, 807–828. <https://doi.org/10.1007/s12525-022-00540-4>.
- [13] Kille, C. (2018). Digital Logistics. In *Digitalisierung in Industrie-, Handels- und Dienstleistungsunternehmen* (S. 125–137). Wiesbaden: Springer.
- [14] Berger GmbH, R. (2020). FreightTech – Treiber für die Logistik der Zukunft [Whitepaper]. https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_transport_logistik.pdf. Zugegriffen: 2. Febr. 2024.
- [15] Fahrzeugwerk Bernard KRONE (2024a). KRONE 3D Telematics. <https://www.krone-trailer.com/360-services/telematics/krone-3d-telematics>. Zugegriffen: 5. Febr. 2024.
- [16] Fahrzeugwerk Bernard KRONE (2024b). KRONE Telematics Portal & App. <https://www.krone-trailer.com/360-services/telematics/krone-telematics-portal-app>. Zugegriffen: 5. Febr. 2024.
- [17] Seiter, M., Autenrieth, P., & Schüler, F. (2019). Logistikdienstleister im Zeitalter digitaler Plattformen. In *Logistik im Wandel der Zeit – Von der Produktionssteuerung zu vernetzten Supply Chains* (S. 585–600). Wiesbaden: Springer.
- [18] Deloitte (2021). Vehicle-as-a-Service: From vehicle ownership to usage-based subscription models. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/consumer-industrial-products/vehicle-as-a-service_deloitte.pdf. Zugegriffen: 2. Febr. 2024.

