



EDDI
Elektronische Deichsel - Digitale Innovation
Kurzbericht mit Ergebnispräsentation

Inhalt

Technische Ausstattung	3
Realer Warentransport im Stückgutnetz	4
Die Fahrer: eine Untersuchung mit technischen Messungen	5
Spritsparend fast einmal um die Welt	6
DB Schenker: 40 Prozent der gefahrenen Kilometer platoonfähig	6
Bessere Infrastruktureffizienz	7
Die Verkehrssicherheit steigt	7
Als „angenehm“ empfundener geringer Fahrzeugabstand	8
EEG- und Eye-Tracking-Messungen mit wenig Auffälligkeiten	9
Platooning und die Zukunft des Fahrerberufs	10
Fazit und Ausblick	11
Die Partner im Projekt	12

EDDI – Elektronische Deichsel – Digitale Innovation

Projektbericht – Vorstellung der Ergebnisse

Weltweit zum ersten Mal starteten im Juni 2018 im Rahmen des vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur mit zwei Millionen Euro geförderten Projekts „Elektronische Deichsel – Digitale Innovation“, kurz EDDI, LKW-Platoons in den Praxisbetrieb. Es handelt sich um ein Gemeinschaftsprojekt von MAN Truck & Bus, DB Schenker und der Hochschule Fresenius. Gleich mehrere Aspekte sorgten weltweit für Aufsehen: Dass zwei elektronisch gekoppelte LKW auf einer Autobahn unter realen Verkehrsbedingungen im Logistikbetrieb über einen längeren Zeitraum unterwegs sind, gab es vorher noch nicht. Ebenfalls zum ersten Mal steuerten nicht Testpiloten, sondern Berufskraftfahrer die LKW.

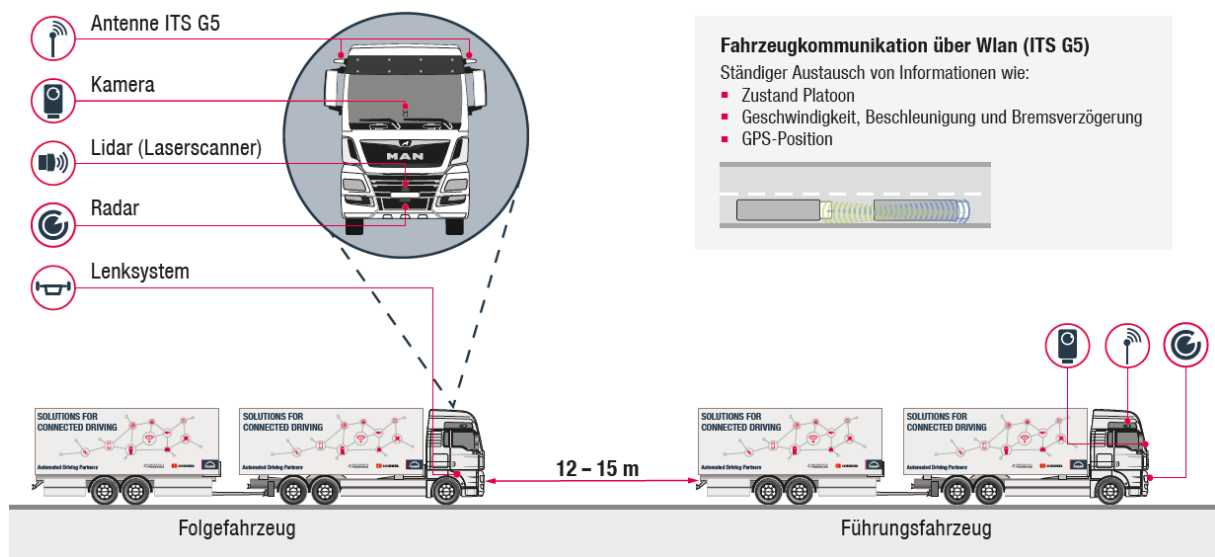
„Platooning“ – das ist in diesem Fall ein Fahrzeug-System für den Straßenverkehr, bei dem mindestens zwei LKW auf der Autobahn mit Hilfe von technischen Fahrassistenz- und Steuersystemen in geringem Abstand hintereinanderfahren. Alle im Platoon fahrenden Fahrzeuge sind durch eine sogenannte elektronische Deichsel mittels einer Car-to-Car-Kommunikation miteinander verbunden. Das führende Fahrzeug gibt die Geschwindigkeit und die Richtung vor. Der Vorteil der Technologie liegt zum einen im Windschatteneffekt, der das Folgefahrzeug effizienter fahren lässt. Zum anderen reagieren die elektronisch gekoppelten Fahrzeuge wie eine Einheit, was die Sicherheit erhöht. Nicht zuletzt trägt Platooning zu einer besseren Nutzung des vorhandenen Verkehrsraumes bei. Für den Piloteinsatz hat MAN zwei Serien-LKW-Fahrgestelle mit der Platooning-Technologie ausgestattet. Beide Fahrzeuge sind identisch aufgebaut und können jeweils die Rolle als Führungsfahrzeug oder Folgefahrzeug wahrnehmen. Die Fahrzeuge sind mit modernsten Assistenz- und Sicherheitssystemen ausgerüstet.

Technische Ausstattung

Aus der Serienproduktion kommen der abstandsgeregelte Tempomat ACC und das Notbremsystem EBA. Über den Türen am Fahrerhaus befinden sich die Antennen für die Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation. Zur Anwendung kommt hierbei ein von MAN selbst entwickeltes Protokoll, basierend auf WLAN11p (ITS G5). Zusätzlich zum serienmäßig vorhandenen Radar- und Kamerasensor hat MAN in den Platooningfahrzeugen einen Lidar-Sensor (Light Detection and Range) verbaut, der aufgrund seines großen Öffnungswinkels potenziell einscherende Fahrzeuge frühzeitig erkennen kann. Die Abstandsregelung übernehmen Serienradar und Serienkamera. Für die Querführung im Folgefahrzeug setzt MAN ein elektrisch ansteuerbares Lenksystem ein. Für die Umsetzung des für die Versuchsfahrten erforderlichen Sicherheitskonzeptes hat MAN die relevanten Fahrzeugsysteme redundant ausgelegt. Dazu gehört zum Beispiel ein Fußbremsmodul, das den pneumatischen Rückhaltekreis in Abhängigkeit des Platooningzustands zusätzlich elektrisch ansteuert. Auch Serien-Bremssystem und --Notbremsassistent wurden für die Nutzung während einer Platoonfahrt angepasst. Ein Sicherheitssteuergerät interagiert mit allen beteiligten Komponenten und verwaltet die Beschleunigungs- und Verzögerungsanforderungen. Es gibt den Platooningbetrieb nur dann frei, wenn alle von ihnen korrekt arbeiten. Durch diese Fahrzeugarchitektur ist sichergestellt, dass das Fahrzeug auch bei Ausfall einzelner Komponenten zuverlässig bremst. In beiden Fahrzeugen kommt ein neuartiges Voll-TFT-Display zum Einsatz, das die Platooningbetriebsdaten permanent anzeigt. Eingesetzt werden zudem modifizierte Lenkrä-

der, die neben den serienmäßigen Bordcomputer- und Tempomatbedienungsfunktionen um Aktivierungstasten für die Platooningfunktion ergänzt sind.

So ausgestattet konnten die Kooperationspartner die Projektfahrzeuge auf Grundlage der Ausnahmegenehmigung des zuständigen Bayerischen Staatsministeriums des Innern, für Sport und Integration auf dem Digitalen Testfeld Autobahn A9 zwischen München und Nürnberg im Platoonbetrieb fahren lassen. Der Abstand zwischen den Fahrzeugen betrug dabei während der Platoonfahrt rund 15 Meter. An Autobahnkreuzen, vor Autobahnbaustellen, bei Steigungen und Gefälle von über 4%, Unfallstellen und besonders dichtem Verkehr schrieb die Ausnahmegenehmigung die Auflösung des Platoons vor. Ebenso wurde die Höchstgeschwindigkeit auf 80 Km/h festgelegt.

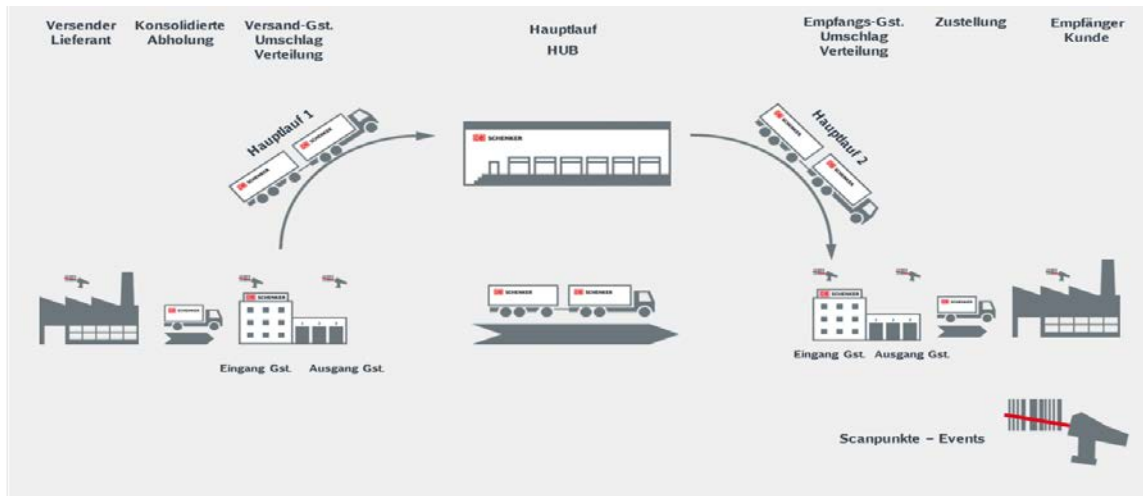


Realer Warentransport im Stückgutnetz

Von August bis Dezember 2018 sind zunächst Dummygewichte und anschließend reale Güter aus dem europäischen Stückgutnetz von DB Schenker via Platoon transportiert worden. Die für diese Transporte verantwortliche Geschäftsstelle DB Schenker München hat nach der Erhebung der Logistiksysteme und Fahrten den Fahrplan im Stückgutnetz angepasst und ab Anfang September zunächst mit zwei normalen LKW die Abfahrtszeiten der Platooning-Transporte getestet. Der Transport mit den Platooning-LKW stellt im Stückgutnetz den Hauptlauf zwischen diesen zwei Geschäftsstellen dar. Aktuell verkehren zwischen München und Nürnberg täglich mehrere Fahrten, so dass für den Platoon keine konstruierte Fahrt erstellt werden musste. Eine Vergleichbarkeit zur Durchführung bisher vorhandener Transporte - etwa in Bezug auf Bereitstellung der Waren und Abfertigung der Fahrzeuge - war so gewährleistet. Es zeigte sich, dass Warenbündelung und Bereitstellung der Wechselbrücken für reale Platoon-Fahrten möglich ist. Daher führte DB Schenker ab Mitte September realen Warentransport mit den Platooning-Fahrzeugen durch.

Die Einbindung in den Regelbetrieb von DB Schenker ermöglichte den Kooperationspartnern, umfassende Erkenntnisse bezüglich der Systemsicherheit, der Integration in den Mischverkehr sowie der Praxistauglichkeit von LKW-Platoons zu gewinnen. Im Rahmen des Pilotprojektes wurden zudem potenzielle Einsparmöglichkeiten von Kraftstoff und Emissionen geprüft und gemessen. Während der gesamten Zeit waren zehn LKW-Fahrer im Einsatz,

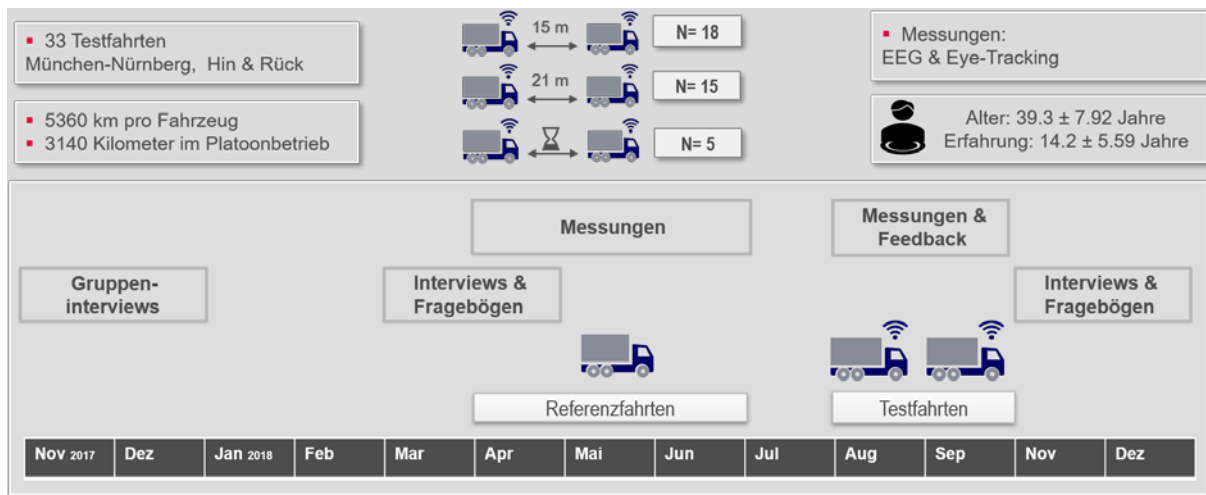
die auch im heutigen Regelverkehr fahren. Damit sollte die Akzeptanz der neuen Technologie bei den Berufskraftfahrern erstmals bewertet werden.



Die Fahrer: eine Untersuchung mit technischen Messungen

Über 13 Monate begleiteten sechs Wissenschaftler der Hochschule Fresenius alle am Projekt beteiligten Fahrer. Während der Fahrten führten sie neurophysiologische Messungen durch. Zum Einsatz kamen dabei Elektroenzephalogramm (EEG) und Eye-Tracking. Mittels EEG werden Spannungsschwankungen an der Kopfoberfläche, die durch ständige elektrische Zustandsänderungen von Gehirnzellen entstehen, abgeleitet. Diese Hirnströme setzen sich aus unterschiedlichen Frequenzen zusammen. Jeder Frequenzbereich wiederum spiegelt unterschiedliche Wachheits- und Aktivierungszustände wider. Die Rohdaten werden mittels mathematischer Transformationen in die Frequenzbänder zerlegt. Das ermöglicht die Analyse des Wachheits- und Aktivierungsgrades des Fahrers. Das Eye-Tracking-System besteht aus einer Brille, die über verschiedene Kameras die Blickbewegung von Personen aufzeichnet und somit eine Analyse der Blickbewegung zulässt, beispielsweise Blickverteilung, Dauer der Fokussierung oder so genannte Areas of Interest (AOI).

Im Rahmen der sozialwissenschaftlichen Untersuchungen führten die Wissenschaftler offene Interviews mit LKW-Fahrern durch. Vor den Testphasen wurden 23 Fahrer in Gruppen und die zehn Testfahrer in Einzelgesprächen zu ihrer Berufswahl, Berufsmerkmalen und der Berufsbewertung befragt sowie zu ihren Annahmen in Bezug auf Praktikabilität, Sicherheit und Folgen der Platooning-Technik. Nach der Testphase wurden die teilnehmenden Fahrer in Einzelinterviews gebeten, ihre Erfahrungen in der Testphase detailliert zu schildern und zu Bewertung und Verbesserungsmöglichkeiten der Technik befragt. Alle Interviews wurden auf Tonträger aufgezeichnet, vollständig verschriftlicht und systematisch analysiert. Ergänzend wurden standardisierte Fragebögen eingesetzt, um Technikakzeptanz, Technikvertrauen, subjektive Wachheit und die sicherheitsrelevante Bewertung spezifischer Fahrsituationen vor, während und nach der Testphase zu messen.



Spritsparend fast einmal um die Welt

Die Strecke zwischen den Terminals von München nach Nürnberg beträgt circa 145 Kilometer. Davon können etwa 105 Kilometer im Platoon gefahren werden. Im Pilotbetrieb sind die Fahrer in der bayerischen Landeshauptstadt um 21:30 Uhr gestartet und ab 01:30 Uhr von Franken wieder zurückgefahren. Durchschnittlich haben sie dabei pro Strecke circa 73 Kilometer im Platoon absolviert. Der wetterbedingte Ausfall – bei nasser Fahrbahn darf nicht gefahren werden – lag bei etwa 25 Prozent. Bis November war es überdurchschnittlich trocken. Nach Abschluss der Fahrten auf dem Digitalen Testfeld der A9 zwischen München und Nürnberg haben Techniker, Logistikspezialisten und Wissenschaftler das umfangreiche Datenmaterial ausgewertet und legen nun ihre Ergebnisse und Erkenntnisse vor. Insgesamt ist der Platooning-Pilot fast einmal um die Welt gefahren – 35.000 Kilometer wurden zurückgelegt. Die MAN-Prototypen arbeiteten mit einer hohen technischen Robustheit. So lag die Verfügbarkeit des Systems bei 98 Prozent. Nur rund 0,5 Mal pro 1.000 Kilometer musste es vom Fahrer übersteuert werden. Geplante Auflösungen gab es pro Strecke vier, dazu kamen zwei kommunikationsbedingte Sicherheitsmanöver sowie durchschnittlich weniger als eine Auflösung bedingt durch einsicherende Fahrzeuge. Der Pilotbetrieb hat gezeigt, dass sich im Folgefahrzeug des Platoons eine Kraftstoffersparnis von drei bis vier Prozent gegenüber dem Referenzwert eines vollständig identischen MAN TGX-Fahrzeuges, das konsequent alle modernen Effizienztechnologien nutzt, realisieren lässt. Im Führungsfahrzeug liegt diese bei rund 1,3 Prozent. Zu berücksichtigen sind hierherbei allerdings zum einen die Auflagen des Pilotprojekts wie die verpflichtenden Auflösungen. Zudem kam im Referenzfahrzeug zusätzliche kraftstoffsparende Technik zum Einsatz (GPS-Tempomat Efficient Cruise 2), die für die Platooningfahrten aufgrund der starren Geschwindigkeitsvorgabe von 80 km/h nicht genutzt werden konnte. Das effiziente Ausnutzen von Rollphasen war so im Platoonbetrieb nicht möglich. Jedes Auflösungs- und Sicherheitsmanöver kostete zudem etwa 0,1 Liter Kraftstoff. Hier könnten folglich unter geänderten Bedingungen zusätzliche Optimierungspotenziale für den Platoonbetrieb verwirklicht werden.

DB Schenker: 40 Prozent der gefahrenen Kilometer platoonfähig

DB Schenker hat festgestellt, dass die Platooning-Technologie großflächig im Stückgutnetzwerk eingesetzt werden kann: Rund 25 Prozent aller Verbindungen enthalten Fahrten, die mindestens eine weitere Abfahrt pro Tag mit dem gleichen Zielterminal haben. Die Transporte können somit konsolidiert und in Platoons durchgeführt werden. In Entfernungen gerechnet entspricht dies knapp 40 Prozent der gefahrenen Kilometer. Zusätzliche Potenziale ent-

stehen, wenn weitere Parameter in die Betrachtung mit einfließen: Die Abfahrtszeit der Logistikfahrten liegt in den häufigsten Fällen so nahe beieinander, dass es ohne übermäßige organisatorische Umstellungen möglich wäre, auch diese Fahrten zu konsolidieren und in Platoons durchzuführen. Zudem ließen sich Platooning-Fahrten auch durchführen, wenn zwei Fahrzeuge die gleichen Start- und Zielpunkte, die in einer ähnlichen Richtung liegen. Das stellt sicher, dass die Fahrzeuge ihre Transporte in identische Richtung durchführen und somit Routen zusammengelegt werden können. Dies ist auch insofern von Bedeutung, als der Stückgutverkehr bei DB Schenker für einen wesentlichen Teil des Umsatzes im Landverkehr verantwortlich ist.

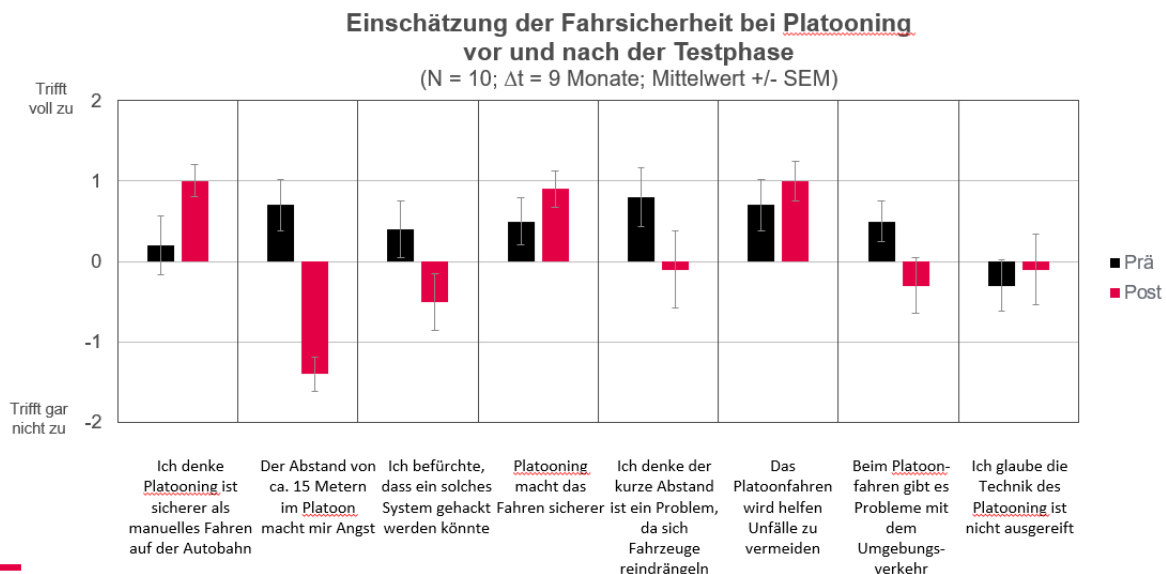
Bessere Infrastruktureffizienz

Die Analyse von DB Schenker-eigenen Transportdaten hat hoch ausgelastete Strecken im europäischen Netz und insbesondere in Deutschland aufgezeigt. Bei diesen Routen handelt es sich um die grenzüberschreitenden Autobahnen, die in Ost-West- beziehungsweise Nord-Süd-Richtung verlaufen. In Westdeutschland ist das Transportaufkommen deutlich höher als in Ostdeutschland. Auf den Hauptverkehrsrouten herrschen dort heute bereits Engpässe, die zu verlängerten Reisezeiten für alle Verkehrsteilnehmer und zu wirtschaftlichen Verlusten für die Gesamtgesellschaft führen. Auf deutschen Autobahnen entstehen täglich rund 2.000 Staus, die die Autofahrer in Summe pro Jahr rund 80 Milliarden Euro kosten – nicht mit eingerechnet die Nachteile, die durch verlängerte und verspätete Lieferzeiten innerhalb der Transportwirtschaft entstehen. Platooning kann einen positiven Einfluss auf die Verkehrskapazität haben. Die Verringerung des Platzbedarfs einer LKW-Kolonne von circa 90 auf rund 50 Meter – bei drei LKW sprechen wir schon von 155 auf 80 Meter – und der durch die automatisierte Fahrt verbesserte Verkehrsfluss versprechen eine effizientere Nutzung der Infrastruktur. Für LKW-Platoons könnte ein so genanntes Positivnetz aufgebaut werden, um die Technologie stufenweise in den Realverkehr zu integrieren. Nicht nur DB Schenker, sondern auch andere Unternehmen der Transportwirtschaft könnten somit ihre Aktivitäten bündeln, die Effekte von Technologien des autonomen Fahrens auf den Straßenverkehr beobachten und notwendige Handlungsfelder für Politik, Gesellschaft und Industrie identifizieren. Dadurch ließe sich sowohl der Straßenverkehr auf Hauptverkehrsrouten in naher Zukunft entlasten und die Volkswirtschaft stärken.

Die Verkehrssicherheit steigt

Die starke Verkehrsbelastung ist aktuell ein bedeutender Risikofaktor auf deutschen Autobahnen. Laut Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur ist menschliches Fehlverhalten für 90 Prozent aller Verkehrsunfälle verantwortlich. Die Zahl der Unfälle mit LKW-Beteiligung steigt von Jahr zu Jahr kontinuierlich an. Die häufigste Ursache ist dabei der zu kurze Abstand zwischen den Fahrzeugen. Messungen auf deutschen Autobahnen haben ergeben, dass ein größerer Teil der LKW den Sicherheitsabstand bei einer Geschwindigkeit von 80 km/h deutlich unterschreitet. Fahren LKW elektronisch gekoppelt, erhöht das die Verkehrssicherheit, denn sie reagieren als Einheit. Bremsst der erste LKW, bremsen die anderen im Platoon gekoppelten Fahrzeuge praktisch zeitgleich. Die menschliche Reaktionszeit entfällt. Auch zum Umgebungsverkehr steigt die Sicherheit, denn der Platoonbetrieb setzt im Führungsfahrzeug zwingend die Nutzung des abstandsgeregelten Tempomaten ACC voraus, der den gesetzlichen Mindestabstand von 50 Metern zu vor dem Platoon fahrenden Fahrzeugen konsequent einhält und bei Bedarf die Geschwindigkeit entsprechend reduziert. Sollte dennoch ein Auffahren auf vorausfahrende oder stehende Fahrzeuge drohen, bremsst das Notbremssystem – wie der MAN EBA2 – den Platoon bei Bedarf bis zum Stillstand. Si-

cherheit und Fahrkomfort sind auch aus Fahrersicht die wesentlichen Vorteile von Platooning. Das reale Erleben hat hier eine wesentliche Veränderung in der Einstellung der Fahrer gezeigt. Vor den Testfahrten äußerten die Fahrer noch - teils erhebliche - Zweifel an der Sicherheit und der Technik.



Sie nahmen auch an, dass der Stress steigen wird, im vorderen Fahrzeug aufgrund der erhöhten Verantwortung, im Folgefahrzeug wegen des geringen Abstands und der hohen Anforderung an die Konzentration. Nach den Fahrten schilderten alle Testfahrer, dass die Gewöhnung an Technik und Abstand bereits während der Schulungsfahrten einsetzte und sie sehr schnell Vertrauen in die Technik entwickelten. Die Reaktionszeit des Systems wurde wie folgt beschrieben: „Sobald ich die Bremsleuchte vom davor fahrenden Fahrzeug gesehen habe, hat bereits das hinterherfahrende Fahrzeug reagiert beziehungsweise ist auf die Eisen gegangen. Also ich als Mensch hätte nicht einmal geschafft, den Fuß vom Gas zu nehmen.“ Nach Erfahrungen der Testpiloten ist die Belastung im vorderen Fahrzeug etwas höher, da der Hintermann „mitgedacht“ werden muss. Das Fahren im Folgefahrzeug beschreiben sie mehrheitlich als entspannt. In der Gesamtbewertung wird die Sicherheit des Platoons gegenüber dem herkömmlichen LKW-Fahren als eindeutig höher bewertet. Zu berücksichtigen ist bei diesen Angaben, dass aufgrund der Auflagen des Projekts streckenbedingt keine Kopplung länger als 30 Minuten gedauert hat und auch bei schlechteren Witterungsbedingungen - etwa nasser Fahrbahn - kein Platooning gestattet war.

Als „angenehm“ empfundener geringer Fahrzeugabstand

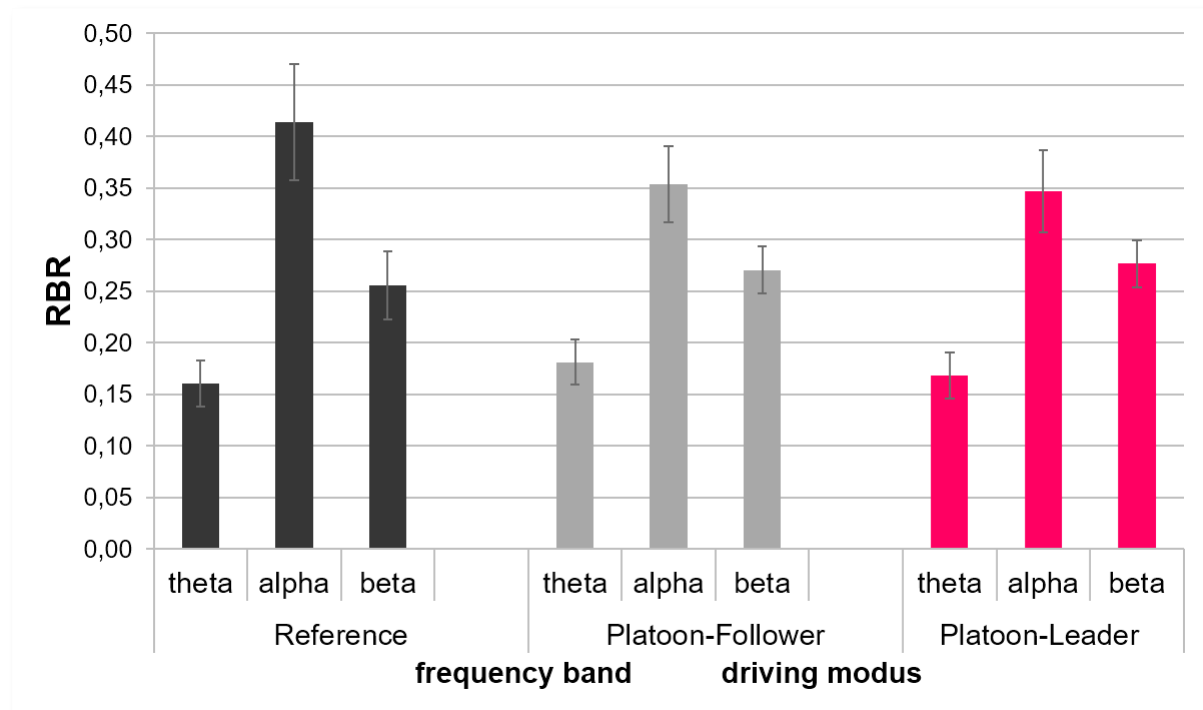
Allgemeines Sicherheitsempfinden und Vertrauen in die Technik spiegeln sich in der Bewertung konkreter Fahrsituationen durch die Fahrer wider. Keine wird als unkontrollierbar bezeichnet. Jeweils einmalig als kritisch aber kontrollierbar wurden folgende Situationen angesehen: Pannenfahrzeug auf dem Standstreifen, überholender Schwertransport, Gefahrenbremsung sowie ein Fehler im Fahrer-Lenkeingriff. Einscherende oder durchscherende Fahrzeuge nahmen die Fahrer im Mittel zwar als „unangenehm“ wahr, eine Einschätzung als Sicherheitsrisiko liegt jedoch nicht vor, da das System nach ihren Angaben zuverlässig mit der Platoonauflösung zur Vergrößerung des Abstandes reagiert. Sie schilderten ihre Erfahrung etwa folgendermaßen: „Ein einscheresendes Fahrzeug, auch da weiß ich, wenn der Pkw nicht (gerade) einen halben Meter vor mir reinfährt, sondern so zwei Meter vor mir reinfährt, kein Problem. Bremst die ganze Sache immer noch wunderschön, löst, wie auch immer. Funktioniert.“ Bei einem Abstand zwischen den Fahrzeugen im Platoon von 21 Metern scher-

ten pro 1.000 Kilometer mehr Fahrzeuge ein, bei einem Abstand von 15 Metern waren es weniger. Wurde der Abstand im Platoon vor den Fahrten noch als größere Gefahrenquelle angesehen, empfanden die Fahrer den Abstand zwischen 15 und 21 Metern in über 90 Prozent der Platoonzeiten als „angenehm“. Sie würden heute sogar eine Verringerung des Abstands auf unter 15 Meter bevorzugen. Ein Fahrer erklärte dazu: „Wegen den ganzen Einschaltern, Durchschaltern. Man weiß halt erfahrungsmäßig, so dass bei 15 Metern weniger los ist als bei 21 Metern. Deswegen würde ich die 15 bevorzugen. Ich würde sogar auf 12 runtergehen.“

Diese Gewöhnung war möglicherweise ausschlaggebend für ein bemerkenswertes Phänomen: Nach Auflösung des Platoons zeigte sich in 25 Prozent der Fahrten, dass vorübergehend – im Schnitt für zwölf Minuten – ein geringerer Fahrzeugabstand beibehalten wurde. Danach näherte sich das Abstandsverhalten wieder dem Ausgangszustand der gesetzlich vorgeschriebenen 50 Meter an. Um dieses Phänomen in Zukunft zu vermeiden, sollten die Fahrer in der Schulung aktiv darauf hingewiesen und gegebenenfalls speziell trainiert werden. Außerdem könnte ein Abstandswarnsystem die Fahrer nach Platoon-Phasen dabei unterstützen, einen ausreichenden Abstand einzuhalten.

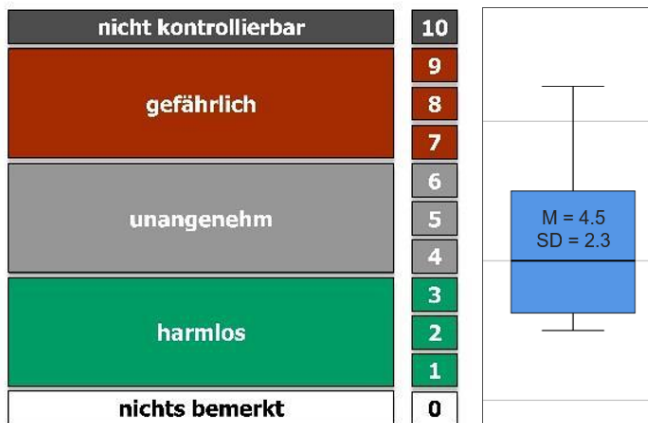
EEG- und Eye-Tracking-Messungen mit wenig Auffälligkeiten

Die EEG-Messungen zeigten zwischen Platoonfahrten und normalen Fahrten keine systematischen Unterschiede in der neurophysiologischen Beanspruchung der Fahrer. Das betrifft gleichermaßen Führungs- und Folgefahrzeug.



Bildunterschrift: Die Abbildung zeigt den relativen Anteil verschiedener Frequenzbänder an der Gesamt-Hirnaktivität. Eine Änderung der Frequenzbandanteile geht wiederum einher mit einer Veränderung des Wachheitszustandes bzw. der Aktiviertheit. Das physiologische EEG enthält Frequenzen jedes Bandanteils. Dargestellt sind die drei hier hauptsächlich relevanten Frequenzbänder theta, alpha und beta in den unterschiedlichen Fahrmodi. Theta-Aktivität tritt vermehrt bei Dösigkeit und im Übergang zum Schlaf auf, alpha-Aktivität repräsentiert den Zustand der körperlichen und geistigen Entspanntheit, während beta-Aktivität einen Zustand

der körperlichen und geistigen Anspannung und Konzentration widerspiegelt. Bei globaler Analyse des Gehirns ergeben sich zwischen den drei Fahrmodi keine systematischen Unterschiede.



Als kritische Situationen wurden am häufigsten einsicherende oder durchsicherende PKW genannt. Das Mittlere Kritikalitätsrating betrug 4.5 Punkte (SD = 2.3).

Während der Platoon-Fahrten wurden außerdem folgende Situationen jeweils einmalig als kritisch genannt: Pannenfahrzeug, Überholender Schwertransport, Gefahrenbremsung, Fehler im Lenkeingriff. (M = 4.8, SD = 1.1)

Während der Referenzfahrten traten zwei kritische Situationen auf, die mit 4 und 7 bewertet wurden.

Im Rahmen von Eye-Tracking Untersuchungen wurden die relativen Blickverteilungen auf Frontscheibe, Display und Seitenspiegel untersucht. Zwischen den Referenz- und den Platoonfahrten zeigen sich keine wesentlichen Unterschiede, was die Häufigkeit der Blicke und die Blickrichtung angeht. Es zeigte sich aber die Tendenz, dass der Tacho im Führungs-LKW häufiger fixiert wurde als im Folge-LKW und bei normaler Fahrt. Da der Hintermann im Spiegel nur bedingt sichtbar ist, stellt das Display der Fahrinformationen die wichtigste Informationsquelle über das Fahrverhalten des Platoon-Partners dar, die erhöhte Anzahl der Blicke auf den Tacho ist daher nachvollziehbar und spricht für eine leicht erhöhte Beanspruchung des vorderen Fahrers. In Übernahmesituationen zeigten sich außerdem zum Teil längere Blickabwendungen vom Straßenverkehr. Diese dauerten aber durchschnittlich nicht länger als zwei Sekunden. Um diese erhöhte Blickabwendung auf den Tacho in Zukunft zu vermeiden, könnten die Informationen über den Hintermann auf andere Weise präsentiert werden - beispielsweise über ein Head-Up-Display, das in die Windschutzscheibe integriert ist.

Platooning und die Zukunft des Fahrerberufs

Befragt zu Auswirkungen von Platooning auf den Beruf des LKW-Fahrers äußern viele Interviewteilnehmer vor den Testfahrten die Sorge um Arbeitsplätze. Ein Fahrer bringt es auf den Punkt: „Und zwei LKW heißt mit einem Fahrer. Wo ist der zweite Fahrer? Auf dem Arbeitsamt.“ Ebenfalls wurde befürchtet, dass die Anforderungen an Fahrer sinken und das Berufsbild damit an Profil verliert - „Man könnte - jetzt mal blöd gesagt - jeden da draufsetzen. (...) Hier, kriegst einen LKW-Schein, setzt dich drauf, das Ding fährt sowieso alleine, du musst das nicht können.“ - oder Gehaltseinbußen die Folge sind: „Du machst die halbe Arbeit, da brauchst du nicht mehr so viel Gehalt. Weil du schläfst ja von hier bis Hamburg“.

Im Verlauf des Projekts wurde für die Testpiloten deutlich, dass Platooning nicht auf Ersatz, sondern auf Entlastung des Fahrers zielt. Der persönliche Nutzen wird positiv bewertet, da das Fahren im Platoon insgesamt komfortabler und entspannter bewertet wird als manuelles Fahren. Neun der zehn Testfahrer würden Platooning nutzen, wenn der Arbeitgeber es anbietet. Die Fahrer gehen nicht mehr davon aus, dass Platooning Fahrerjobs bedroht, sondern dass sich Aufgaben verändern und in Teilen anspruchsvoller und interessanter werden. Hier wird auch eine Chance gesehen, dem Fachkräftemangel zu begegnen: Die Technik könnte den Beruf für junge Menschen attraktiver machen. Gleichwohl bietet Platooning eine Chance für Karrieremöglichkeiten innerhalb des Berufs. Arbeitswissenschaftliche Forschung konnte

bereits zeigen, dass Entwicklungsmöglichkeiten ein relevanter Faktor von Berufsattraktivität und -zufriedenheit sind.

Fazit und Ausblick

Perspektivisch können sich die Potenziale des LKW-Platooning durch technologische und kollaborative Weiterentwicklungen noch erhöhen. „Multi-Brand-Platooning“, „Ad-hoc-“ beziehungsweise „On-the-fly-Platooning“ und „Multi-Company-Platooning“ sind einige dieser Optionen. Für die Einführung der Technologie und die Optimierung des Geschäftsmodells sind dann allerdings auch neue Konzepte notwendig. Zudem sind durch Platooning neue digitale Geschäftsmodelle denkbar, die sowohl die Effizienz als auch den Umsatz für Logistikdienstleistungen erheblich steigern könnten. Die Anzahl der platooning-fähigen Verkehre und die im Platooning fahrbaren Kilometer bei DB Schenker sind gute Voraussetzungen, um die Technologie in den Regelbetrieb zu integrieren und die Wirtschaftlichkeit der Transportprozesse zu erhöhen. Außerdem kann Platooning als Vorstufe des autonomen Fahrens gesehen werden und dazu beitragen, dass autonome Technologien früher in den Straßenverkehr implementiert werden.

Im Hinblick auf das Berufsbild von Berufskraftfahrern wird Platooning zu einer wesentlichen Veränderung führen. Mit der Automatisierung im Straßenverkehr verlagert sich die Fahrertätigkeit vom Fahren hin zum Überwachen. Aus dem „LKW-Fahrer“ wird künftig ein „Platooning-Pilot“. Der Verantwortungsbereich des Führungsfahrers erweitert sich. Potenziell werden – bei höheren Automatisierungsstufen – beide Fahrer in ihrer Tätigkeit entlastet. Die notwendige höhere Qualifizierung kann das Image des Fahrerberufs aufwerten, die Erfahrung mit der Technik kann die Akzeptanz für und den Umgang mit neuen Digitalisierungslösungen erhöhen.

Angesichts des akuten Fahrermangels, der für einen Großteil der Unternehmen direkt spürbar ist, steht die Branche aktuell vor großen Herausforderungen. Insbesondere die Altersstruktur der Berufskraftfahrer, die Abschaffung der Wehrpflicht und das Ansehen und die Reputation des Berufsbildes verursachen den Mangel an qualifiziertem operativem Personal. Dabei sind die finanziellen Auswirkungen für Unternehmen für Ausbildung, Einarbeitung und Weiterbeschäftigung von Fahrern hoch. Zusätzlich ist die Zahl der geeigneten Bewerber für Jobs in der Logistik durch die unattraktiven Arbeitsbedingungen und die geringe Anzahl an qualifiziertem Personal rückläufig. Perspektivisch wird sich durch die Altersstruktur der Fahrer die Problematik des Fahrermangels weiter verschärfen. Die Auswirkungen beschränken sich nicht nur auf die Transport- und Logistikbranche, sondern auch auf die Gesamtgesellschaft. Aus diesen Gründen sind Maßnahmen erforderlich, die zu einer Verbesserung von Attraktivität und Zukunftsperspektive der Berufsgruppe führen, welche heute als wesentliche Kritikpunkte der Branche gelten. Die Befragungen vor, während und nach den Testphasen zeigen, dass die Platooning-Technologie nach Nutzung von den Fahrern positiv angenommen wird. Vor dem Hintergrund der Verbesserung des Berufsbildes bietet das autonome Fahren somit Chancen, das Berufsbild zu verbessern. Trotz Automatisierung im Straßenverkehr wird der Fahrer auf unbestimmte Zeit ein wesentlicher Bestandteil der Transportlogistik bleiben.

Das Forschungsprojekt setzt mit seinen Ergebnissen einen wichtigen Meilenstein auf dem Weg zum autonomen Fahren. Es haben sich wesentliche Vorteile des LKW-Platooning herauskristallisiert. Um eine adäquate Einordnung der wissenschaftlichen Ergebnisse zu ermög-

lichen, ist es notwendig, die Randbedingungen der Untersuchung zu berücksichtigen, so zum Beispiel die Anzahl der Testpersonen, die Streckencharakteristik und die Länge der Phasen im Platooning-Betrieb. Um zusätzliche generalisierende Aussagen treffen zu können, ist in weiteren Untersuchungen eine Variation der Randbedingungen, zu denen beispielsweise auch die Witterungsverhältnisse gehören, zwingend erforderlich. Insbesondere erscheint es sinnvoll, die Auswirkungen längerer Platooning-Phasen zu überprüfen. Zu einem erweiterten Untersuchungsansatz zählen auch mögliche fahrfremde Tätigkeiten im Folgefahrzeug. Dafür müssen neue Regelungen die Voraussetzungen schaffen.

Die Partner im Projekt

MAN Truck & Bus SE

MAN Truck & Bus ist einer der führenden europäischen Nutzfahrzeughersteller und Anbieter von Transportlösungen mit jährlich rund 11 Milliarden Euro Umsatz (2018). Das Produktportfolio umfasst Transporter, LKW, Busse, Diesel- und Gasmotoren sowie Dienstleistungen rund um Personenbeförderung und Gütertransport. MAN Truck & Bus ist ein Unternehmen der TRATON SE und beschäftigt weltweit mehr als 36 000 Mitarbeiter.

Als Nutzfahrzeughersteller mit starkem Innovationsinteresse bringt MAN seine Expertise im Bereich Automatisierung von Fahrzeugen in das Projekt ein. MAN hat daher einen großen Beitrag zum Projekt auf den Gebieten der Systementwicklung, Systemtest und Anwenderschulung geleistet. MAN hat, basierend auf den Erkenntnissen früherer Projekte, zur Durchführung des Pilotbetriebs ein Platooning-System zum robusten Betrieb im Realverkehr entwickelt. Dieses wird in drei Fahrzeugen umgesetzt, die für den Pilotbetrieb bereitgestellt werden. Als Hersteller der Fahrzeuge übernimmt MAN die Aufgabe, durch Tests den Nachweis der Systemsicherheit durchzuführen, als Basis für eine Sonderfreigabe des Betriebs auf öffentlichen Straßen im Rahmen des Projektes. Während des Regelbetriebs hat MAN die technische Betreuung der Versuchsfahrzeuge sichergestellt und die Schulung der Fahrer durchgeführt.

DB Schenker

DB Schenker ist die Transport- und Logistiktochter der Deutschen Bahn AG. Das Unternehmen unterstützt Industrie und Handel beim globalen Gütertausch: im Landverkehr, bei der weltweiten Luft- und Seefracht sowie in der Kontraktlogistik und im Supply Chain Management. Mit rund 22.000 Mitarbeitern an 430 Standorten ist DB Schenker die Nummer 1 im europäischen Landverkehr. Die Geschäftseinheit verbindet die wichtigsten Wirtschaftsregionen in rund 40 europäischen Ländern mit einem Netz von rund 32.000 Linienverkehren für Stückgut pro Woche. Als größter Anbieter im europäischen Landverkehr verfügt DB Schenker über ausgeprägte Kenntnisse der spezifischen Anforderungen von Landverkehrstransporten und konnte diese dafür einsetzen, das Vorhaben entsprechend zu spezifizieren. Somit hat DB Schenker einen wesentlichen Beitrag dazu geleistet, dass bei der Entwicklung von Platooning-Systemen sichergestellt werden kann, dass den Anforderungen aus Sicht des Endnutzers, dem Logistikdienstleister, entsprochen wird.

DB Schenker übernahm in dem Projekt die Rolle der Projektkoordination. Die entsprechenden Projektmitglieder auf Seiten DB Schenkers haben bereits umfangreiche Erfahrung mit der Leitung von Kooperationsprojekten. Beispielsweise im Rahmen der Betreuung von Hochschulkooperationen.

Hochschule Fresenius

Die Hochschule Fresenius mit ihren Standorten in Berlin, Düsseldorf, Frankfurt am Main, Hamburg, Idstein, Köln, München und Wiesbaden sowie dem Studienzentrum in New York gehört mit über 13.000 Studierenden zu den größten und renommiertesten privaten Hochschulen in Deutschland. Sie blickt auf eine mehr als 170-jährige Tradition zurück. 1848 gründete Carl Remigius Fresenius in Wiesbaden das „Chemische Laboratorium Fresenius“, das sich von Beginn an sowohl der Laborpraxis als auch der Ausbildung widmete. Seit 1971 ist die Hochschule staatlich anerkannt. Sie verfügt über ein sehr breites, vielfältiges Fächerangebot und bietet in den Fachbereichen Chemie & Biologie, Design, Gesundheit & Soziales, onlineplus sowie Wirtschaft & Medien Bachelor- und Masterprogramme in Vollzeit sowie be-

rufsbegleitende und ausbildungsbegleitende (duale) Studiengänge an. Die Hochschule Fresenius ist vom Wissenschaftsrat institutionell akkreditiert. Bei der Erstakkreditierung 2010 wurden insbesondere ihr „breites und innovatives Angebot an Bachelor- und Master-Studiengängen“, „ihre Internationalität“ sowie ihr „überzeugend gestalteter Praxisbezug“ vom Wissenschaftsrat gewürdigt. Im April 2016 wurde sie vom Wissenschaftsrat für weitere fünf Jahre reakkreditiert.

Das Institut für komplexe Systemforschung der Hochschule ist eine interdisziplinär arbeitende Forschungseinheit, die sich unter anderem mit Mensch-Maschine-Schnittstellen beschäftigt. Dabei kommen sowohl biomechanische, neurophysiologische und mathematische, aber auch psychologisch-sozialwissenschaftliche Untersuchungsmethoden zum Einsatz. Zahlreiche vergangene und aktuelle Projekte haben Bezüge zum Arbeitsfeld „Transport und Logistik“ und sind seit 2014 im Exzellenzzentrum House of Logistics and Mobility (HOLM) organisatorisch angesiedelt.

Andrea Brandt

Leiterin Kommunikation Güterverkehr
und Logistik
Deutsche Bahn AG
c/o Schenker AG
Kruppstr. 4
45128 Essen
Tel. +49 201 8781-8556
Fax +49 201 8781-8495
presse@dbschenker.com
www.dbschenker.com/presse
twitter.com/DB_Presse

Gregor Jentzsch

Press Officer Truck
MAN Truck & Bus AG
MAN Corporate Communications
Dachauer Str. 667
80995 München
Telefon: +49 89 1580-4887
Telefax: +49 89 1580-4716
gregor.jentzsch@man.eu
www.man.eu

Alexander Pradka

Pressesprecher
Fachbereiche Gesundheit & Soziales,
Chemie & Biologie, Wirtschaft &
Medien
(Idstein und Frankfurt/M.)
Hochschule Fresenius
Repräsentanz der Hochschule
Fresenius im House of
Logistics & Mobility (HOLM)
Bessie-Coleman-Straße 7
60549 Frankfurt
Tel.: +49 (0)69/870035320
alexander.pradka@hs-fresenius.de
<http://www.hs-fresenius.de>