



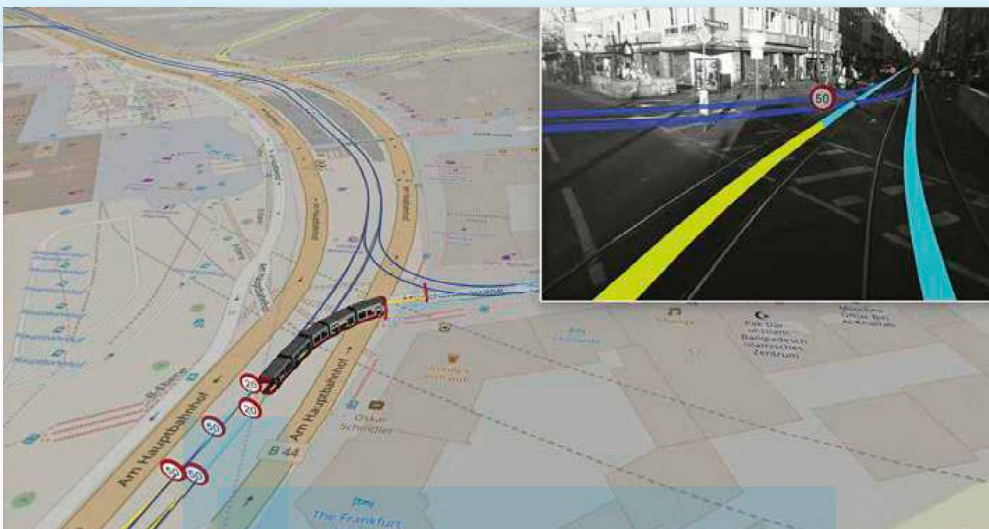
Blick nach vorn

Assistenzsysteme bei Straßenbahnen ■ Nicht nur Straßenbahnfans sehen dem Fahrer über die Schulter – heute begleiten auch Assistenzsysteme die Fahrt, erhöhen die Sicherheit und senken die Kosten

Schienenfahrzeuge sind schon lange nicht mehr nur „Heavy Metal“ – Elektronik und digitale Systeme sind längst unverzichtbare Elemente im Betrieb. Für den Fahrgast am auffälligsten ist die angezeigte Information. Immer häufiger lösen Bildschirme die statischen Netzpläne oder Liniendiagramme ab; die Ankündigung der nächsten Station ist selbstverständlich, auch die Abfahrtszeiten der anderen Linien am nächsten Umsteigepunkt werden in vielen Fahrzeugen angezeigt. Selbst der Fahrer hat Assistenten bekommen. Mehrere Anbieter liefern Systeme, die Unfälle vermeiden oder die Fahrweise ökonomischer machen sollen. Dabei ist die Sache weniger trivial, als es auf den ersten Blick scheint.

Wien geht fremd

Seit fast zehn Jahren forscht das Wiener Institut AIT an Systemen zur Verkehrsüberwachung und Interpretation der Umgebung. Das Austrian Institute of Technology (AIT) mit seinen 1.500 Mitarbeitern ist eine außeruniversitäre Forschungseinrichtung, vergleichbar mit der deutschen Fraunhofer-Gesellschaft, und Brücke zwischen Universitäten und Industrie. Die Arbeit erfolgt spartenübergreifend zwischen den sieben Abteilungen, darunter beispielsweise Mobilität/städtische Infra-



Simulation des Verkehrsgeschehens durch das ODAS-System: Auf dem Einklinker kann man erahnen, wie sehr Abschattung oder Lichtverhältnisse generell das Kamerabild beeinflussen AIT (2)



Auch wenn laut Auskunft der Firma Mobileye der Versuch beendet wurde und sich die Wiener Linien bedeckt halten, tragen die in den letzten Monaten installierten Kameras wieder den Schriftzug der Firma

HARALD A. JAHN

Am Zürcher Paradeplatz: Für den menschlichen Fahrer kein Problem, für die Elektronik eine Herausforderung: Was gehört zum Stadtbild? Was ist Hindernis und ragt in den Lichtraum? Welcher Fußgänger ist zu nahe, welcher ist unaufmerksam?

ALSTOM

struktur oder Sicherheit/Digitales; Ursprung sind Forschungen im Bereich der Robotik. Der ebenfalls in Wien ansässige Straßenbahnhersteller Bombardier wurde auf die Forschungsarbeit aufmerksam und begann eine Zusammenarbeit, die nach dem Rückzug aus der Bahnbranche 2021 und Übernahme des Standorts durch Alstom weiterging. Inzwischen arbeiten AIT und Alstom eng zusammen, innerhalb des weltweit operierenden Konzerns ist Wien

das Kompetenzzentrum für Fahrerassistenzsysteme für Straßenbahnen. Ausgerechnet die Wiener Linien haben sich vorläufig für ein anderes System entschieden und schweigen zur Technik – Auskünfte dazu wurden abgelehnt.

Die Funktionsweise von ODAS

Das System von Alstom, das in Zusammenarbeit mit dem AIT entwickelt wurde und in Wien von Mission Embedded

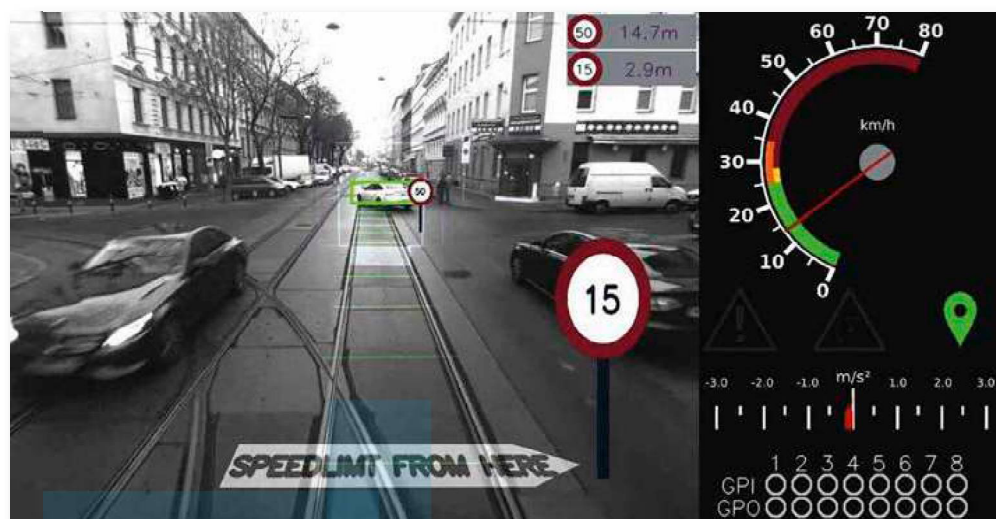
produziert wird, heißt „ODAS“ (Obstacle Detection Assistance System, auf Deutsch schlicht Assistenzsystem zur Hinderniserkennung). Es war das weltweit erste Assistenzsystem, das zugelassen wurde. Seit 2017 wird es in Straßenbahnwagen installiert. Bewusst hat man sich für Kameras entschieden, die Volumina im Straßenraum erfassen und ab einer gewissen Größe rückmelden können. Damit bewegt man sich mit dem Assistenzsystem im Bereich des „Fahrens auf Sicht“.

Drei Stereokameras sehen das normale Straßenbild. Ein nachgeschalteter Computer berechnet mögliche Hindernisse und gibt bei Annäherung ein Warnsignal. Folgt keine Reaktion, wird die Betriebsbremse aktiviert – nicht die Gefahrenbremse („Notbremse“), um die Fahrgäste nicht zu gefährden. „Anker“ ist dabei das Gleis mit seinen Geraden, Kurven und Weichen. Das System scannt die Umgebung, erkennt den Schienenverlauf und damit den zu überwachenden Bereich. Wichtig ist, das Gleisnetz genau zu kennen, um Hindernisse wie in den Lichtraum ragende Fahrzeuge von der Infrastruktur wie Bauten, Masten oder Geländern nahe des Lichtraums unterscheiden zu können. In der Folge werden Objekte erfasst, deren Bewegung verfolgt und die Gefahr bewertet.

Die Mindestgröße der Hindernisse ist justierbar, etwa 60 Zentimeter scheinen sinnvoll – damit werden Kinder erkannt, aber allzu viele Fehlalarme zum Beispiel durch vorbeifliegende Vögel vermieden. Die Vermeidung von „False Positives“ ist generell von Bedeutung: Meldet sich das System zu oft, wird es vom Fahrer eher ignoriert. Die aufgenommenen Bilder werden nicht gespeichert, sondern direkt im Fahrzeug verarbeitet. ODAS ist dabei autark und ausschließlich fahrzeugseitig installiert. Es kommuniziert nicht mit eventuell bestehenden Betriebsleitsystemen.

ODAS beim Kunden

Bisher wurden für 13 Kunden über 1.200 ODAS-Systeme bestellt. ODAS ist „retro-fit“ und kann nachträglich in vorhandene Fahrzeuge eingebaut werden. In Graz und Berlin wurde ODAS mit den aktuellen,



Geschwindigkeitsüberwachung durch COMPAS



Avenio Nummer 2517 am 17. März an der Haltestelle „Hochschule“ in München: Die Sensoren des ADAS-Fahrerassistenzsystems (Abstandswarner und automatisches Bremssystem) liegen im Bereich der schwarzen Frontmaske und der Frontscheibe

FREDERIK BUCHLEITNER (2)

Das Display am Fahrerarbeitsplatz zeigt an, dass das System des Wagens 2517 abgeschaltet ist. Siemens hat auch im Potsdamer Combino-Prototyp das System AStriD zum autonomen Fahren im Depot getestet (siehe Heft 12/2018)



hauseigenen Flexity gleich mitbestellt. Die große Flexity-Serie für Wien wurde nach Tests in den älteren ULF-Niederflurwagen allerdings mit dem anderen Fabrikat bestückt. Weitere ODAS-Kunden sind nach dem Vorreiter Frankfurt am Main, wo ein schwerer Unfall Auslöser für das Interesse war, Städte wie Brüssel, Melbourne oder Zürich.

Heute gehören Kollisionswarnsysteme bei neuen Fahrzeugen meist zum Standard. Überraschenderweise ist die Technik für die französischen Betriebe kein Thema, obwohl in den meisten Städten Citadis von Alstom unterwegs sind. Grund ist vor allem, dass die Züge in den neuen Netzen fast immer auf selbstständigem Bahnkörper unterwegs sind und die Fahrer viel seltener mit Mischverkehr belastet werden.

Von ODAS zu COMPAS

Mit einem Upgrade kann ODAS auf COMPAS (Collision and Overspeed Monitoring Preview System) hochgerüstet werden. Hier ist das Gleisnetz kartografiert, aus der genauen Position des Fahrzeugs wird die Streckenhöchstgeschwindigkeit abgeleitet und bei Überschreitung gewarnt. Im Vergleich zum privaten PKW ist die Erfassung komplexer, denn sie folgt dem Fahrweg: Ein Gegenzug, der in einer S-Kurve entgegenkommt, soll beispielsweise nicht als Gefahr erkannt werden. Insgesamt sind die Regeln im Bahnwesen komplizierter als bei der automotiven Technik, wodurch künstliche Intelligenz zum alleinigen Interpretieren der Hindernisse vorläufig nicht geeignet ist. Solange nicht vorhersehbar ist, was die „Black Box“ KI liefert, lässt sich das Resultat nicht mit den strengen Normen des Bahnwesens vereinbaren. Darüber hinaus sind die Bremswege und damit der zu

überwachende Bereich bei Schienenfahrzeugen länger.

Tram Assist Suite

Seit 2017 ist Bosch mit seinem TFCW (Tram Forward Collision Warning) ein weiterer Player im Markt der Assistenzsysteme. Inzwischen wuchs es zur Tram Assist Suite, wo mehrere neuentwickelte Systeme zusammenspielen. Ein Cluster aus verschiedenen Sensoren – Kamera, LiDAR, Radar, Ultraschall – überwacht nicht nur die äußere Umgebung, sondern auch den Führerstand. Die Funktionen des modularen „Baukastens“ greifen ineinander. Assistenten für Fern- und Nahbereich sowie seitlichen Flankenschutz und eine Überwachung der Aufmerksamkeit des

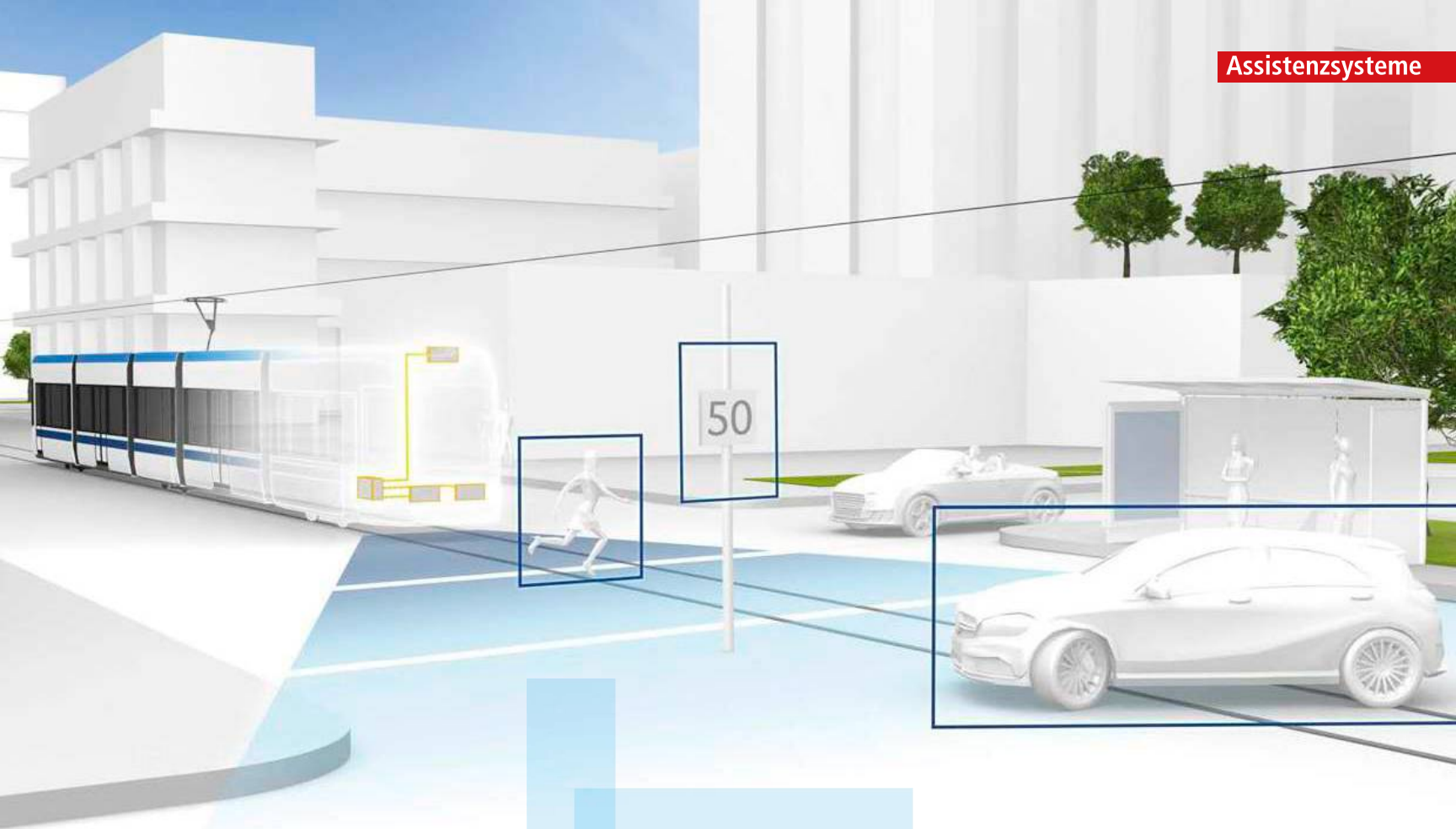
Fahrers ergänzen sich oder können je nach Anforderung des Betriebs separat eingesetzt werden.

Anders als bei ODAS wird das Bosch-System auf Objekte trainiert. Es ist nicht selbstlernend, sondern wird, teils mit KI-Unterstützung, programmiert. Damit soll die Fehlerquote reduziert werden, die derzeit bei einem „False Positive“ pro Stunde liegt. Die nächste Version der Software soll auf 0,5 stündliche Fehlmeldungen runterkommen. Das Netz wird beim Bosch-System nicht erfasst und kartografiert, sondern das Gleis aktuell verfolgt. Bisher haben sich rund 40 Städte für Assist Suite entschieden, darunter Hannover oder Den Haag. Etwa 3.500 Anwendungen sind insgesamt im Einsatz. Manchmal zieht

Erweiterter Nutzen von Assistenzsystemen

Das Austrian Institute of Technology in Wien sucht nach Zusatznutzen der Assistenzsysteme: In einer Kooperation mit Alstom und Mission Embedded werden im Projekt TRACK-SCAN aus Daten, die durch Aufzeichnung der Umgebung generiert werden, weitere Erkenntnisse gewonnen: Jede mit einem Fahrerassistenzsystem ausgerüstete Bahn liefert diese Umgebungsdaten. Damit wird das Fahrzeug zu einer mobilen Messeinheit und kann während des normalen Fahrgastbetriebs „im Vorbeifahren“ das Schienennetz überwachen und ein aktuelles Bild der Infrastruktur liefern. Trackscan kann die Oberleitung auf herabfallende Teile

kontrollieren, ortsfeste Anlagen wie Haltestellen oder Signale monitoren, den Zustand der Vegetation feststellen. Es erfasst die Streckentopografie und die Gesamtsituation als „Datenfutter“ für Fahrsimulatoren oder zur Erstellung eines „digitalen Zwillings“ für einen späteren autonomen Betrieb. Anders als bei den „einfachen“ Assistenzfunktionen kommt es hier zu komplexen, weiterführenden Problemen, die erst gelöst werden müssen: Persönlichkeits- und Datenschutz spielen eine Rolle, wenn Menschen auf den Bildern erkennbar sind oder die Daten zur Weiterverarbeitung in die Cloud geladen werden.



Das Anti-Kollisionssystem erfasst die Umgebung und andere Verkehrsteilnehmer

STADLER (2)

die Installation dieser Systeme allerdings Zusatzforderungen der Aufsichtsbehörde nach sich: In München mussten kleine Scheibenwischer installiert werden, um das Bild der Kamera nicht zu trüben ...

CBTC von Stadler

Stadler hat nach Übernahme der Waldenburgerbahn (WB), einer 13 Kilometer langen Vorortstraßenbahn, durch die Baselland Transport und Umspurung auf Meterspur die neuen Fahrzeuge geliefert.

Die Tramlink wurden mit Stadlers eigenem Zugsicherungs- und Fahrerassistenzsystem vom Typ „Communication Based Train Control“ (CBTC) ausgerüstet. CBTC-Technologie ist von verschiedenen Herstellern erhältlich, vereint Zugsicherungs- und Assistenzsystem und kann in

verschiedenen Automationsstufen (Grade of Automation – GoA) ausgebaut werden.

Mit dem CBTC von Stadler ist die Waldenburgerbahn der erste teilautomatisierte Bahnbetrieb der Schweiz. Das CBTC überwacht die Position und Geschwindigkeit der Züge kontinuierlich, berechnet für jedes Fahrzeug die optimale Geschwindigkeit und den notwendigen Sicherheitsabstand zu anderen Fahrzeugen. Der Fahrer fordert Fahrstraßen selbst an; der Betrieb läuft ohne Fahrdienstleiter. Das Anti-Kollisions-System erkennt Objekte per Radar, Lidar und Kamera. Die Streckengeometrie ist ihm bekannt und durch die Kopplung mit dem CBTC-System die genaue Position, was die Unterscheidung von Bestandsobjekten und Hindernissen ermöglicht.

Das System für die WB ist modular aufgebaut. In der ersten Phase (GoA1+) bleibt der Fahrer für das Einhalten der vorgegebenen Beschleunigung und Geschwindigkeit verantwortlich. Später soll er nur noch die Anfahrt freigeben, worauf der Zug selbstständig bis zur nächsten Haltestelle fährt. Schon jetzt sind nur Fahrten möglich, die das Zugsicherungssystem erlaubt. Eine Fahrt gegen einen Gleisabschluss ist beispielsweise nicht möglich. Zusammenfassend wird berichtet, dass eine komplett neugebaute Infrastruktur, neue Fahrzeuge und einfache Betriebsverhältnisse das automatisierte Zugsicherungssystem möglich machen. Für Stadler ist die Strecke Testlabor: In Zukunft soll auf GoA2 aufgerüstet



Eine Stadler-Tramlink-Doppeltraktion auf der Waldenburgerbahn. Auch hier sind die Sensoren im schwarzen Bereich der Front platziert



Mit dem CBTC-System von Stadler soll die Sicherheit weiter erhöht werden: Der Wayside Controller und die Fahrzeuge sind ständig über ein WLAN-Netz verbunden und tauschen untereinander Informationen aus, die Komponenten sind redundant

STADLER

werden, im Depot sogar auf GoA4 – völlig fahrerloser Rangierbetrieb.

Versuch eines Fazits

Auch wenn der fahrerlose Betrieb im Straßenraum in weiter Ferne liegt – im abgeschlossenen Raum des Depots und der Werk-

stätten, in dem sich keine betriebsfremden Personen bewegen, sind die Entwicklungen wie TRACKSCAN oder COMPAS Basis dafür, unproduktive Fahrten zu automatisieren. Das ist einerseits der Hallenvershub, andererseits das Aufrüsten und Bereitstellen der Züge zu Dienstbeginn: Vom Betreten der Depotanlage durch den Fahrer bis zur Ausfahrt des Zuges vergehen viele wertvolle Minuten. In der angespannten Personalsituation könnten die Hilfssysteme die Attraktivität des Fahrerberufs steigern.

Apropos Personal: Wie sieht es bei aller Digitaltechnik mit den Usern aus? Es ist

nicht leicht, Feedback zu bekommen: Kein Fahrer erzählt gerne: „Heute wurde ich dreimal eingebremst, weil ich unaufmerksam war.“ Auch die Personalvertretung fürchtet Überwachung und die Verkehrsbetriebe geben ungern Unfallzahlen preis – damit gibt es kaum statistische Daten, aus denen die erfolgreiche Reduktion von Kollisionen durch Assistenzsysteme ablesbar wäre. Bei der Waldenburgerbahn meinte ein Fahrer, dass die aktuelle Unterstützung eigentlich genüge und weitere Automatisierung die Aufmerksamkeit reduzieren könnte. In Wien, wo die U-Bahn seit Beginn im Prinzip automatisch fährt, wird daher vormittags im Handbetrieb gefahren, um die Wachsamkeit aufrechtzuerhalten.

Die „natürlichen Gegner“ der Straßenbahn werden womöglich langfristig ihr Verhalten ändern, wenn die Fahrweise der Bahnen durch Assistenzsysteme tendenziell defensiver wird. Die Erfahrung hat gezeigt, dass sich Autofahrer zunehmend drauf verlassen, dass „die Tramway sowieso für mich bremst“. Andererseits gibt es immer wieder spektakuläre Unfälle, die ausschließlich in Verantwortung des Fahrpersonals liegen: Gerade Fahren mit überhöhter Geschwindigkeit oder zu spätem Abbremsen lassen sich mit Geschwindigkeitsmonitoring vermeiden. Es bleibt spannend: Wird die Balance zwischen digitaler Unterstützung und Eigenverantwortung gelingen?

HARALD A. JAHN



In Wien ereigneten sich zwei ähnliche Unfälle: Wintersonntage, wenig Verkehr – am gut geheizten Fahrerstand dösen die Fahrer weg und durchfahren die Kurven nach langen geraden Strecken mit zu hoher Geschwindigkeit. Eine Fahrerüberwachung hätte die Inaktivität des Fahrers wohl rechtzeitig bemerkt

LUDWIG SEIDL