

Automatisiertes Fahren Einflüsse auf die Rückhaltesysteme

Der Weg zum vollautomatisierten Fahren ist vorgezeichnet. Zeit für Bertrandt, eine erste Bilanz zu ziehen, was das für die Entwicklung der Rückhaltesysteme bedeuten kann. Allein die Möglichkeit für den Fahrer, rückwärtsgerichtet im Pkw sitzen zu können, zieht aufgrund größerer Freiheitsgrade veränderte Anforderungen an einzelne Komponenten des Systems nach sich. Ob Gurt, Airbag oder Sensoren – neue Einsatzszenarien bewirken zukünftig eine andere Auslegung der Bauteile.

AUTOREN



Dipl.-Ing. Kai Golowko
ist Abteilungsleiter für
Fahrzeugsicherheit bei Bertrandt in
Gaimersheim nahe Ingolstadt.



Dipl.-Ing. Valentin Zimmermann
ist Teamleiter für Insassenschutz
bei Bertrandt in München.

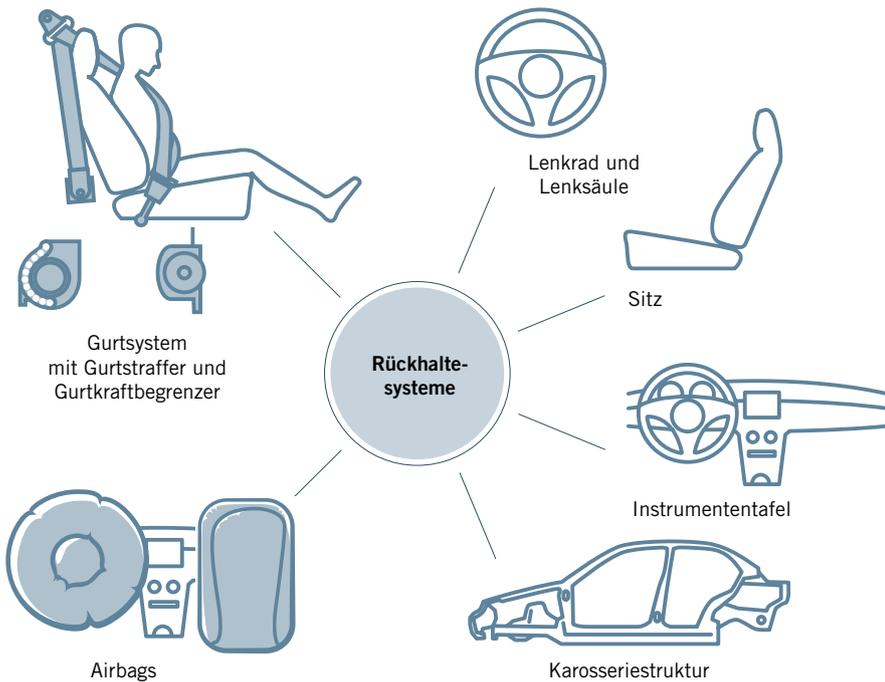


Dirk Zimmer
ist Geschäftsführer bei Bertrandt in
Gaimersheim und Neckarsulm.

KLASSISCHE RÜCKHALTESYSTEME UND IHRE SCHUTZWIRKUNG

Ein effektives Rückhaltesystem besteht im Wesentlichen aus folgenden Komponenten, **BILD 1**: Gurtsystem mit Gurtstraffer und Gurtkraftbegrenzer, Airbags auf Fahrer- und Beifahrerseite (eventuell unterstützt durch Knieairbags), Kopf- und Seitenairbags, ein darauf abgestimmtes Lenkrad mit Lenksäule, Fahrzeugsitz, eine Instrumententafel und eine Fahrzeugkarosserie mit definiertem Überlebensraum.

Alle Komponenten sind bestmöglich aufeinander abgestimmt, um die Fahrzeuginsassen zu schützen. Dabei werden weltweit unterschiedliche Anforderungen berücksichtigt. Hierzu stehen auf Seiten der Gesetzes- und Verbraucherschutzorganisationen rund 60 bis 70 verschiedene Lastfälle allein im Gesamtfahrzeug auf dem Programm, um einen umfassenden Schutz sicherzustellen. All diese Lastfälle basieren auf Insassen im Bereich des 5%-Dummy bis hin zum 95%-Dummy in einer Nominalposition im Fahrzeug, die in x-Richtung bestimmt



Primäre Komponenten

BILD 1 Komponenten eines klassischen Rückhaltesystems (© Bertrandt)

Sekundäre Komponenten

ist. Die Erfolge dieser komplexen Systeme lassen sich heute (Stand 2016) eindrucksvoll aus den Verkehrsunfallstatistiken herauslesen, **BILD 2**. [1]

Man kann sagen: Der Insasse ist heutzutage rundum von seinem Pkw

vor Unfällen in einem hochenergetischen Bereich durch das Zusammenwirken der zuvor genannten Komponenten geschützt. Einschränkend ist zu nennen, dass der Insasse idealisiert im Fahrzeug sitzt.

AUSWIRKUNGEN DES HOCHAUTOMATISIERTEN FAHRENS AUF DAS RÜCKHALTESYSTEM

Ein Blick auf die Verkehrstotenzahlen zeigt, **BILD 2**, dass es noch ein weiter Weg ist bis zur unfallfreien Mobilität. Positiv ist, dass das Risiko, in einem Fahrzeug umzukommen, bereits heute erheblich gesunken ist. Der eigentliche Insassenschutz ist hervorragend ausgeprägt und umfasst nur noch ein Drittel der realen Opfer in den Statistiken. Experten sehen im automatisierten Fahren einen großen Stellhebel, um die Unfallzahlen weiter zu senken. Allein die Einführung eines Notbremsystems (Level 1 nach SAE J3016 [2], **BILD 3**) zeigt bereits einen Vorteil von teilweise über 30 % vermiedener oder auf unkritisch abgeschwächte Unfälle im Alltag auf [3]. Dabei sind diese Systeme im Alltag noch nicht stark verbreitet.

Welche Auswirkungen hat aber das automatisierte Fahren auf die heutigen Komponenten von Rückhaltesystemen? Können sie entfallen, oder wird ein weiterer Evolutionsschritt für ein mindestens gleichbleibendes Sicherheitsniveau benötigt?

Dazu eine erste Annahme: Der Nutzer eines Pkw möchte mindestens den gleichen Schutz wie heute erleben. Das heißt, es werden weiterhin alle Kompo-

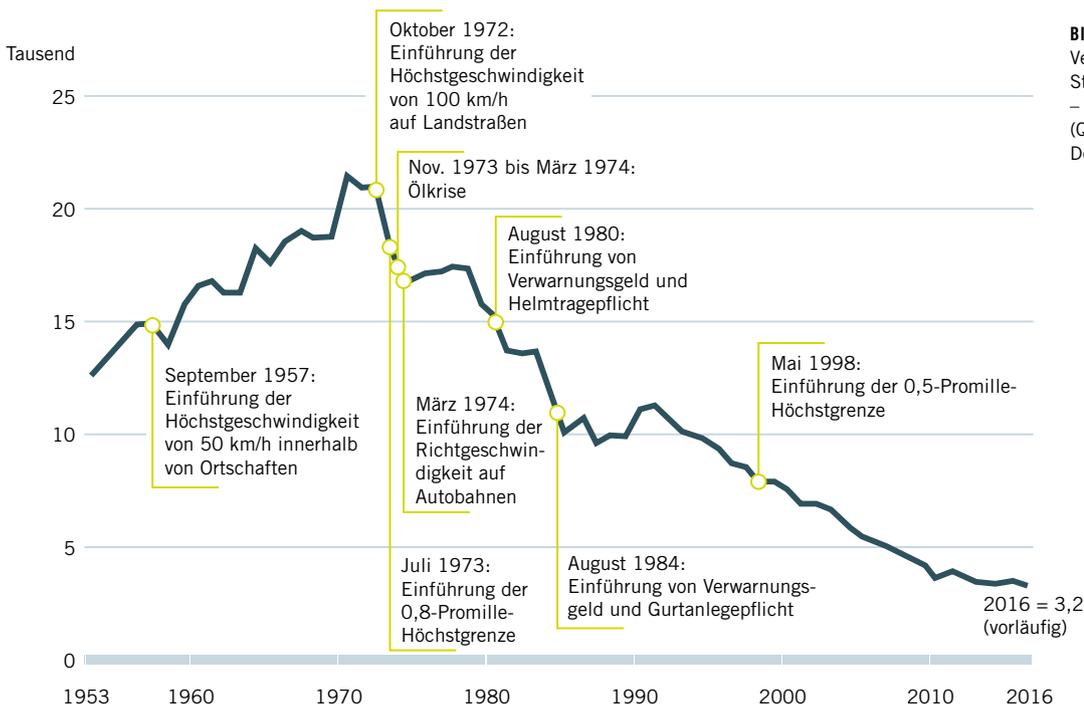


BILD 2 Entwicklung der Zahl der Verkehrstoten in Deutschland im Straßenverkehr von 1953 bis 2016 – eine seit 1970 sinkende Kurve (Quelle: Statistisches Bundesamt Destatis [1], © Bertrandt)

Steel

Genauso maßgeschneidert: Das komplette Sortiment an Dualphasen-Stählen.

Auswahl ganz nach Ihrem Geschmack. Die bietet Ihnen unser neu strukturiertes Portfolio kaltgewalzter Feinbleche, das wir um attraktive Güten erweitert haben. Und das Ihnen neue Freiheitsgrade in der Gestaltung und Auslegung Ihrer höchstfesten Strukturbauteile ermöglicht. Für maßgeschneiderte, zukunftsweisende Leichtbaulösungen. Greifen Sie zu – weltweit.
www.thyssenkrupp-steel.com/dualphasenstahl

engineering.tomorrow.together.


thyssenkrupp

und somit von jeder möglichen Rotation um die z-Achse des Sitzes aus. Das setzt voraus, dass der Fahrer voll von der Fahraufgabe entbunden werden kann. Damit entstehen für das potenziell vorhandene Restrisiko einige Herausforderungen.

GURTBEFESTIGUNG VERLAGERT SICH IN SITZSTRUKTUR

Verglichen mit einem konventionellen Rückhaltesystem entsteht sofort die erste Frage: Wie können Gurt und Airbags dieser Varianz von möglichen Insassenpositionen folgen? Angefangen beim Gurt, der auch heute schon die Hauptaufgabe im Rückhaltesystem übernimmt, wird es zu einer Verlagerung der Anbindungspunkte kommen. Heute sind diese in der Regel noch rohbaufest mit der Karosserie verbunden, oft im Bereich der B-Säule und des Fahrzeugbodens.

Gekoppelt mit dem Anspruch eines höheren Freiheitsgrads, wird die Anbindung des Gurts immer öfter in die Sitzstruktur verlegt. Dies hat zur Folge, dass bei ähnlichen Sicherheitsanforderungen wie heute eine höhere Festigkeit der Sitzstruktur benötigt wird, damit die eingeleiteten Kräfte sicher aufgenommen werden können. Die Kopplung des Insassen an den Sitz wird auch hier die höchste Priorität besitzen. Man wird mit Sicherheit darüber nachdenken müssen, ob das heute verwendete Drei-Punkt-Gurtsystem dazu noch ausreicht oder ob hier bewusst auf ein Vier-Punkt-System gewechselt werden kann – speziell auf den vorderen Sitzplätzen, die nun auch rückwärtsgerichtet zum Einsatz kommen können.

SITZ ERHÄLT HÖHERE RELEVANZ FÜR DEN INSASSENSCHUTZ

Der Insassenschutz verlagert sich nun vollständig auf den Sitz. Hierbei wird es wichtig, die Ankopplung des Insassen sowie den notwendigen Energieabbau vollständig darstellen zu können.

Das Airbagsystem der heutigen Generation verliert an Bedeutung, da ein optimaler Einsatz im Zusammenspiel Gurt und Airbag nicht sichergestellt werden kann. Die Freiheitsgrade des Insassen sind zu hoch, sodass ein nicht unerhebliches Risiko bei der Zündung eines entsprechend großen Airbagsystems davon ausgehen würde.

Eventuell ergänzend notwendige Systeme auf Basis heutiger Airbagtechnik – wie beispielsweise kleine Airbagmodule zur Einschränkung der crashbedingten Insassenkinematik oder dem zusätzlichen Energieabbau am Insassen – müssen in zusätzliche Bauräume wie zum Beispiel den Dachhimmel oder aufgrund der variablen Anforderung ebenfalls in den Sitz oder Gurt verlegt werden.

Das erfordert wiederum ein sehr umfangreiches Sensorkonzept für den Innenraum sowie das Fahrzeugumfeld, um die reale Crashsituation zu erfassen. Die Detektion des Insassen sowie der eigentlichen Crasheschwere wird zu jedem Zeitpunkt des Fahrbetriebs notwendig sein. Die Crasheschwere dürfte dabei keine größere technische Herausforderung darstellen, da das vollauto-

Neue Features für den dualen Display-Spiegel

Integriertes Maut-Modul

Fahrerassistenzsystem



HomeLink® Car-to-Home Automation

Im Spiegel integriertes LCD Display

LCD Einstellungen

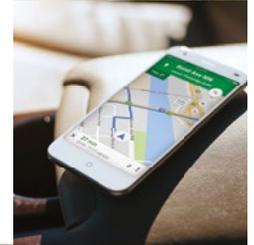
Mehr Durchblick, mehr Sicherheit: Für eine optimale Sicht nach hinten streamt die Kamera ein klares und helles Panoramabild auf den Innenspiegel. Dort sind zugleich auch alle relevanten Fahrerinformationen ablesbar.

Mehr Zeit, mehr Komfort: Ob Garagentor, Heizung oder Beleuchtung – mit einfachem Knopfdruck steuert der Fahrer die komplette Home-Automation.

Mehr Mobilität, mehr Freiheit: Maut, Parkgebühren und andere Transaktionen lassen sich bequem abwickeln.

The Full Display Mirror®. It's not just high-tech, it's Gentex. gentex.com/fdm

GENTEX
CORPORATION



matisierte Fahrzeug über eine Vielzahl von Umfoldsensoren für den Fahrbetrieb verfügt. Die Insassenerkennung muss hingegen dafür sorgen, den gesamten Innenraum sicher zu klassifizieren und die Lage des individuellen Insassen relativ zu seinen Rückhaltesystemen für eine Auslöseentscheidung zu bewerten. Hier kommen aus heutiger Sicht Ultraschallsensoren oder Kamerasysteme infrage, die einen vollständigen Überblick des Innenraums gewährleisten.

ABSICHERUNGSMETHODEN MÜSSEN WEITERENTWICKELT WERDEN

Die Varianz in der Absicherung würde bei konventioneller Betrachtung ebenfalls in einer Vielzahl von Lastfällen enden. Für die Absicherung stellen sich Fachleute schon heute die Frage, ob die Methoden für eine weitere Lastfallerhöhung speziell für den Insassenschutz im Gesetzes- und Verbraucherschutzumfeld noch zeitgemäß sind. Diese Fragestellung muss man kritisch abwägen. Aktuell wird eine Vielzahl von Lastfällen auf eine Nominallage des Insassen im realen

Fahrzeuguemfeld durchgeführt, um die Schutzwirkung zu bewerten. Ohne Zweifel hat die Branche diesen Tests die Erfolge der letzten Jahre zu verdanken.

Betrachtet man aber die Zunahme der Varianz, die sich allein durch die potenziell flexible Insassenlage ergibt, wird schnell ersichtlich, dass diese Wechselwirkungen nicht vollständig abgebildet werden können. Weder die Prüftechnik noch die Dummywelt ist auf die Vielzahl von möglichen Kombinationen beim Thema „Out of position“ eingestellt.

Man kann derzeit robust statische Insassenlagen abbilden. Aber schon allein in der Dummywelt ist es anspruchsvoll, mit heutigen Modellen den Nutzwert von Sicherheitsfunktionen eindeutig herauszuarbeiten. Die zur Bewertung angewendeten Verletzungsrisikofunktionen führen auf Basis der mechanischen Messwerte der Dummywelt zu geringen Verletzungsschweren beim Insassen. Eine genauere Auflösung von Messwerten ist mit diesen Methoden aber nicht mehr darstellbar. Hier kann der Einsatz von virtuellen Methoden helfen. Schon heute verfügbare Menschmodelle zeigen eine wesent-

lich höhere Sensitivität, um Wechselwirkungen bei hoher Parametervarianz zu bewerten. Diese Methoden müssen sukzessive Realtests ablösen, damit die Varianz von Systembedingungen in einem konventionellen Insassenschutzsystem bewertbar ist.

NEUE ANSÄTZE BEZIEHEN UNFALLHÄUFIGKEIT UND -SCHWERE MIT EIN

Es stellt sich die Frage, ob dies zielführend ist und ob man auf diese Weise das heutige Sicherheitsniveau erreicht. Ein weiterer Ansatz erfolgt aus einer ganz anderen Sichtweise heraus. Auf der einen Seite muss in dieser Betrachtung die Unfallhäufigkeit mitbewertet werden, auf der anderen Seite die Unfallschwere.

Schon heute ist zu beobachten, dass es nicht unerhebliche Wechselwirkungen zwischen den konventionellen Systemen des Rückhaltesystems und dem realen Unfallgeschehen gibt. Vergleicht man die aktuellen Auslegungslastfälle im oberen Geschwindigkeitsbereich von > 50 km/h und in Nominallage mit den mittler-

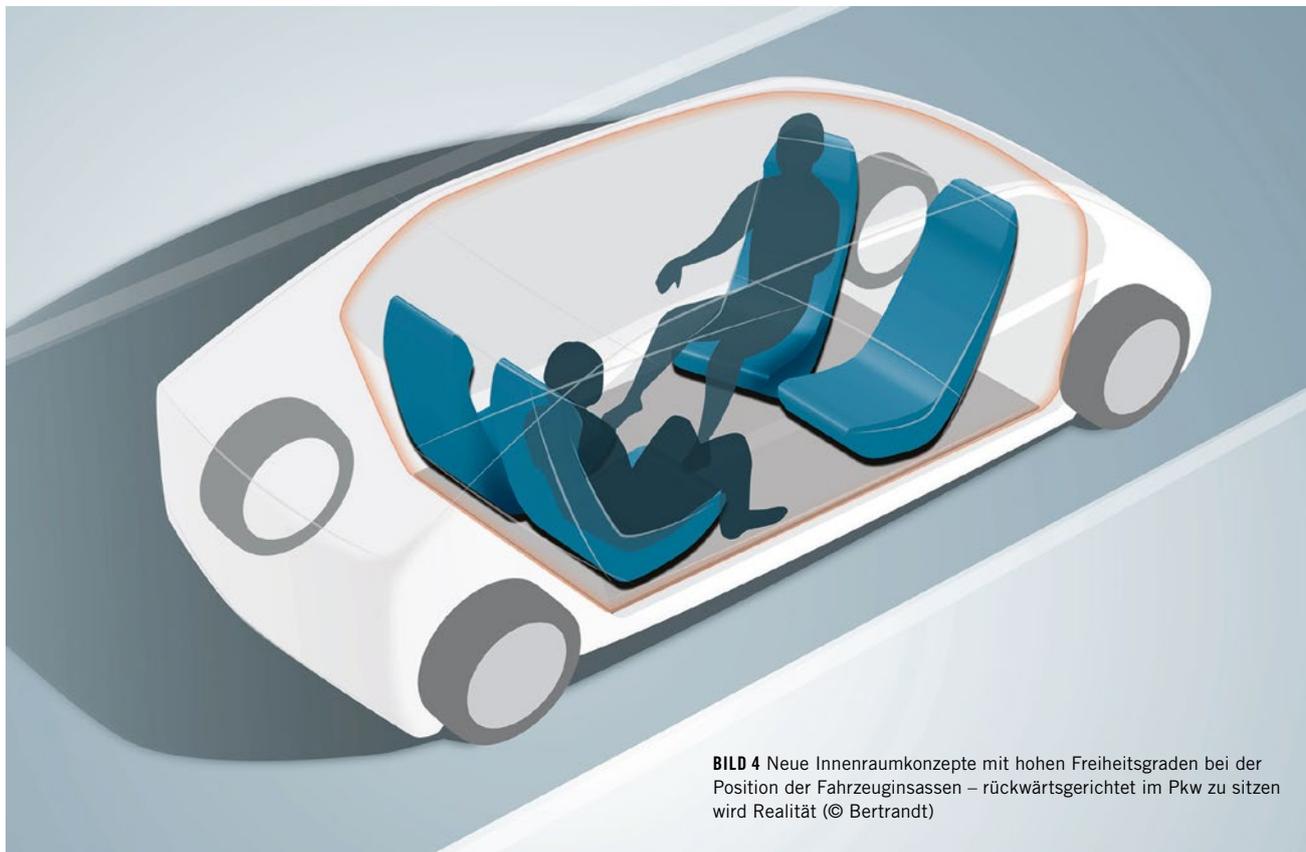


BILD 4 Neue Innenraumkonzepte mit hohen Freiheitsgraden bei der Position der Fahrzeuginsassen – rückwärtsgerichtet im Pkw zu sitzen wird Realität (© Bertrandt)

weile durch ACC und Notbremsfunktionen verfügbaren aktiven Sicherheitssystemen – die in der Folge eine geringere Crashgeschwindigkeit, aber auch eine andere Lage des Insassen bei Zündung des Airbags erzeugen – sind erhebliche Verschiebungen der Verletzungsrisiken erkennbar. Die Airbagsysteme sind unter gewissen Randbedingungen zu hart für die Unfallsituation ausgelegt. Bei höherem Freiheitsgrad steigt dieses Risiko weiter an.

Erste Studien zur Wirksamkeit von Notbremsystemen zeigen parallel dazu auf, dass zum Beispiel das Risiko einer schweren Insassenverletzung bei Fahrzeugen, die mit einem Notbremsystem ausgestattet sind, um mehr als 30 % im Vergleich zu Fahrzeugen ohne eine solche Funktionsweise zurückgeht. Andere Studien zeigen ebenso, dass die relative Crashgeschwindigkeit allein auf Basis von heute verfügbaren Systemen bereits um mindestens 20 km/h, und damit oft unter die eigentliche Airbagauslöseschwelle, zurückgeht.

Unter der Annahme, das sich sowohl die Unfallohäufigkeit als auch die Unfallschwere maßgeblich verringern lassen, kann davon ausgegangen werden, dass sich der Schutz des Insassen mit einem ähnlichen Sicherheitsniveau wie heute allein auf Basis eines im Sitz integrierten, optimierten Gurtsystems lösen lässt. Zusätzlich unterstützt eine entsprechende Anpassung der Sitzgeometrie diesen Ansatz. Hier sprechen Experten bereits heute vorsichtig vom zukünftigen Überlebensraum. Wenn diese Rückhaltung effektiv über das Gurt-Sitz-System gesteuert wird, kann man dennoch eine zusätzliche Rückhaltung des Kopf-Nacken-Bereichs in Betracht ziehen.

An dieser Stelle kommen auch wieder Airbagsysteme zur Sprache, die rund um den Kopfbereich im Sitz oder Dach untergebracht sind. Der Schwerpunkt liegt bei diesen Lösungen auf der relativen Verlagerung des Kopfes und des Nackenbereichs zum Oberkörper. Eine entsprechende seitliche Unterstützung des Kopfes gegen eine zu starke Rotation kann ebenso notwendig sein. Hierbei geht es aber in der Regel um die Reduktion der Unfallschwere für den Insassen, nicht mehr um die Sicherstellung seines Überlebens. Dazu ist die reduzierte Crasheschwere allein ausreichend. Und die ist robust zum Zeitpunkt des automatisierten Fahrens darstellbar.

FAZIT: NICHT KOMPLETT NEU, ABER ANDERS EINGESETZT

Zusammenfassend kann man feststellen: Rückhaltesysteme werden in Zukunft nicht zwingend neu, aber unter anderen Einsatzszenarien und Annahmen ausgelegt. Die heute verfügbaren Systeme bleiben in ihrer Art erhalten, aber sie werden anders eingesetzt und in ihrer Dimensionierung reduziert. Die Übergangszeit vom Individualverkehr hin zum vollautomatisierten Straßenverkehr wird eine konventionelle Umstellung zur Folge haben. Heutige Schutzziele müssen noch einige Jahre parallel weiterlaufen. Alles in allem überwiegen die Vorteile unfallvermeidender Systeme bei Weitem die Risiken heutiger Technik bei sogenannter Out-of-Position-Auslösung im Wirkbereich des Insassen. Der Weg ist vorgeschrieben, die Vision Zero wieder ein Stück näher gerückt.

LITERATURHINWEISE

[1] Destatis: 7,1 % weniger Verkehrstote im Jahr 2016. Pressemitteilung Nr. 065 vom 24. Februar 2017. Online: https://www.destatis.de/DE/Presse-Service/Presse/Pressemitteilungen/2017/02/PD17_065_46241.html, aufgerufen am 28. April 2017

[2] SAE: Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems. Dokument J3016. Online: http://standards.sae.org/j3016_201401, aufgerufen am 28. April 2017

[3] UDV: Fahrerassistenzsysteme – Ermittlung des Sicherheitspotenzials auf Basis des Schadensgeschehens der Deutschen Versicherer. Forschungsbericht FS03, Stand 01.09.2011. Online: <https://udv.de/de/publikationen/forschungsberichte/fahrerassistenzsysteme>, aufgerufen am 28. April 2017

[4] Continental Aktiengesellschaft: Welcome to 2025AD – the platform for Automated Driving. Online: <https://www.2025ad.com/mission/welcome-to-2025ad/mission-statement/>, aufgerufen am 28. April 2017

Getrennt oder zusammen?

Safety und Security im Entwicklungsprozess.

Safety und Security haben unterschiedliche Ziele und Konflikte sind unausweichlich, aber eine Trennung kommt nicht in Frage. Schnittstellen im Entwicklungsprozess, Wechselwirkungen und kollidierende Anforderungen decken wir in unserer Beratung frühzeitig auf. Und entwickeln für Sie ein umsetzbares Sicherheitskonzept, dem Sie vertrauen können.

ITK Engineering GmbH – Bei uns geht Sicherheit Hand in Hand.

www.itk-engineering.de



READ THE ENGLISH E-MAGAZINE

Test now for 30 days free of charge:
www.atz-worldwide.com