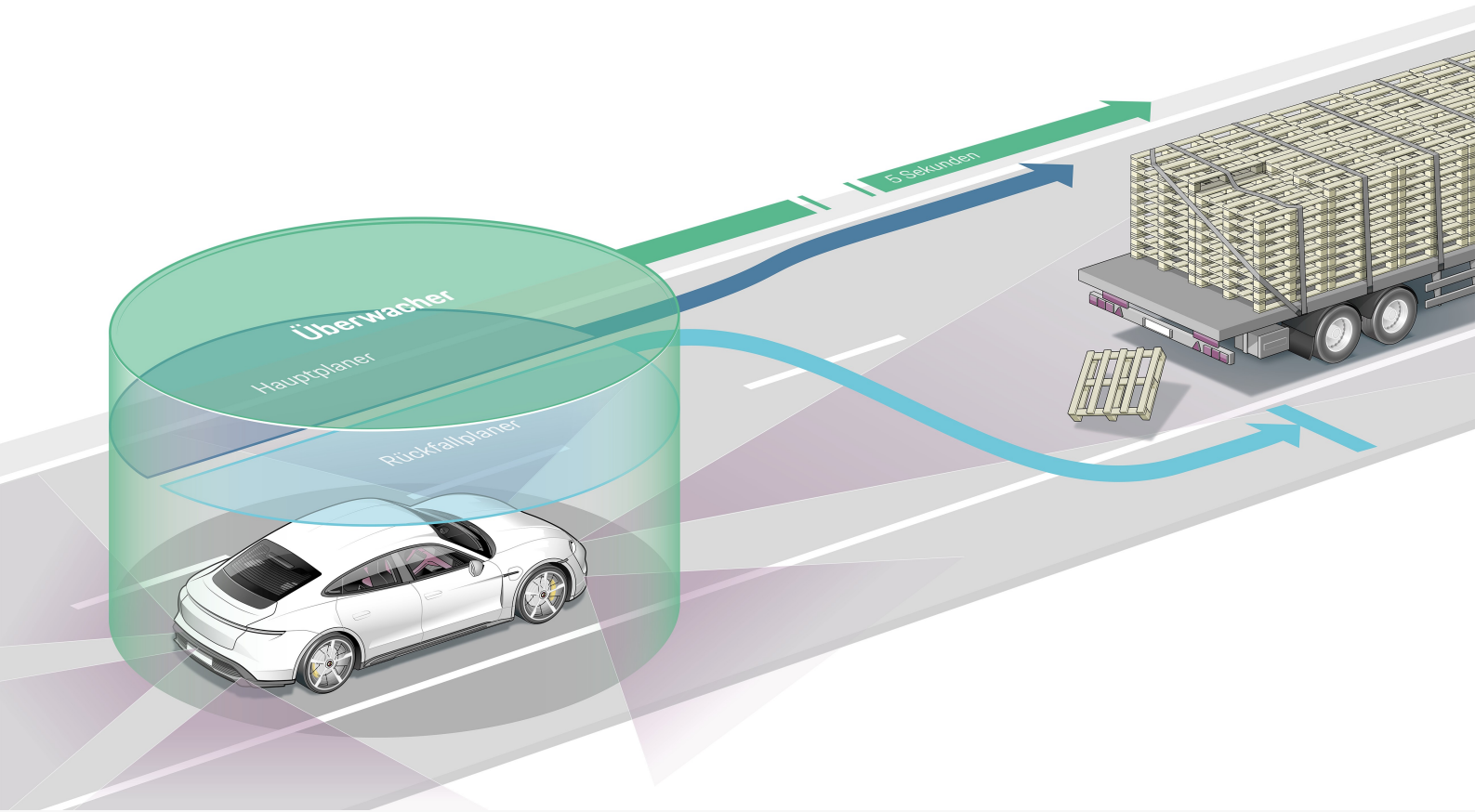

Überwachte Sicherheit

Dieser Artikel gibt den Stand zum Zeitpunkt seiner Veröffentlichung wieder. Der Inhalt kann inzwischen veraltet sein.

03/02/2022 Hochautomatisierte Fahrfunktionen mu✕ssen in jeder Situation sicher und zuverla✕ssig arbeiten – auf der Autobahn ebenso wie im Parkhaus. Um das zu erreichen, nutzen die Entwickler unter anderem Redundanz: Parallele Systeme beobachten die Umgebung und entscheiden, was in kritischen Situationen zu tun ist.

Ein vorausfahrender Lkw verliert Ladung. Eine unbeladene Palette fa✕llt plo✕tzlich auf die Fahrbahn und blockiert die Spur. Was heute noch beim Fahrer fu✕r eine Schrecksekunde sorgt, meistert das hochautomatisierte Fahrzeug der Zukunft souvera✕n. Denn es arbeitet mit drei parallelen Systemen: Der „Hauptplaner" u✕bernimmt den normalen Fahrbetrieb und agiert dabei komfortorientiert. Er bremst und beschleunigt sanft. System zwei, der „Ru✕ckfallplaner", kalkuliert zeitgleich eine Trajektorie, die das Fahrzeug bei Bedarf schnell in eine sichere Position bringt. Das dritte System, der „U✕berwacher", pru✕ft permanent, ob sich durch Haupt- oder Ru✕ckfallpfad ein Risiko ergibt, und wa✕hlt die jeweils sicherste Alternative. Darum wa✕re die u✕berraschend herausfallende Palette kein Problem fu✕r das hochautomatisierte Fahrzeug. Denn selbst im unwahrscheinlichen Fall, dass der Hauptplaner das

Hindernis u×bersieht, wu×rde das Fahrzeug dank des Ru×ckfallplaners sicher ausweichen – oder am Fahrbahnrand stehen bleiben, wenn ein Umfahren nicht mo×glich sein sollte.

Ein solches Szenario ko×nnte schon bald Realita×t werden, denn Porsche Engineering arbeitet mit Hochdruck daran, hochautomatisierte Fahrfunktionen (HAF) auf diese Weise sicher und zuverla×ssig zu machen. Die entscheidende Strategie auf dem Weg dorthin heißt „Dekomposition": Anstatt das Fahrzeug von einem einzigen System steuern zu lassen, kommen mehrere Planer sowie U×berwacher als parallele Instanzen zum Einsatz. „Gemeinsam erreichen die Systeme eine viel ho×here Ausfallsicherheit als ein einzelnes", erkla×rt Jan Gutbrod, Teamleiter in der Entwicklung Fahrassistenz systeme bei Porsche Engineering.

„Die gro×ßte Herausforderung liegt darin, wirklich alle denkbaren Situationen zu beherrschen", fasst Albrecht Bo×ttiger, Leiter des Projekthauses ADAS/HAD bei der Porsche AG, zusammen. Sprich: Das Gesamtsystem muss mit unterschiedlichen Fahrzeugtypen und Fahrstilen zurechtkommen, Straßenmarkierungen in verschiedenen Farben erkennen – auch wenn sie verwittert sind – sowie bekannten und unbekannten Hindernissen sicher ausweichen. Hierfu×r ist ein abgestimmtes Zusammenwirken der drei Teilsysteme notwendig, das sich in Test und Fahrversuch bewa×hren muss.

Technisch streng getrennte Systeme

In der Luftfahrt zum Beispiel wird schon lange mit parallelen Systemen gearbeitet. Wie sicher sie sind, ha×ngt allerdings entscheidend von der technischen Ausgestaltung ab. „Um eine echte Redundanz zu erreichen, ist es wichtig, Systeme nicht einfach nur zu kopieren", betont Andreas Nagler, Leiter des Bereichs Systems Engineering and Architecture bei Cariad, dem Software- und Technologieunternehmen des Volkswagen Konzerns. Das bedeutet: Die Instanzen mu×ssen technisch voneinander getrennt werden, also jeweils u×ber eigene Hardware, Software und Daten quellen verfu×gen. Nur so la×sst sich ein sogenannter „Common Cause"-Fehler minimieren, also ein Ausfall aufgrund einer gemeinsamen Ursache.

Um diese technische Trennung zu erreichen, verwendet der U×berwacher zum Beispiel nur Objektlisten, um sich ein Bild der Umgebung zu machen. Diese Listen werden von den Fahrzeugsensoren selbst erstellt. Ein Radarsensor etwa liefert eine Aufstellung aller erkennbaren Fahrzeuge oder Gegensta×nde in der Na×he, inklusive ihrer Bewegungsrichtung. Haupt- und Ru×ckfallplaner arbeiten hingegen nicht mit Objektlisten, sondern mit den Rohdaten der Sensoren, also zum Beispiel mit den Punktwolken von Laserscannern (LiDAR). Außerdem greifen einige Komponenten auf Kartendaten zu – was der U×berwacher wiederum nicht tut.

Auch die Datenverarbeitung unterscheidet sich zwischen den Systemen. Haupt und Ru×ckfallplaner wenden zum Beispiel eine sogenannte Sensordatenfusion an: Meldet etwa nur ein einziger Sensor ein Objekt im Raum, alle anderen Sensoren dagegen ausdru×cklich nicht, entscheidet der Algorithmus einer Sensordatenfusion unter Umsta×nden, dieses Signal als Fehlerkennung einzuscha×tzen und nicht beizubehalten. Der U×berwacher dagegen betrachtet alle Sensoren strikt getrennt. Durch die

unterschiedliche Arbeitsweise der Einzelsysteme wird erreicht, dass sich jedes ein eigenes Bild der Lage machen kann. Die kombinierten Sta×rken der Systeme gewa×hrleisten ein sicheres Verhalten.

Fahrdynamische Grenzwerte im Blick

Die Aufgabe des U×berwachers besteht darin, die von Haupt- und Ru×ckfallplaner berechneten Pfade auf mo×gliche Risiken zu u×berpru×fen. Dafu×r erstellt er sta×ndig Prognosen mit unterschiedlichen Zeithorizonten. Fu×r die unmittelbar kommenden Meter Fahrweg kann ein sogenannter „ballistischer Ansatz" verwendet werden: Der U×berwacher geht dann davon aus, dass die Objekte ihre Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit aufgrund von Tra×gheit und Masse grundsa×tzlich beibehalten. Eine zweite Prognose reicht mehrere Sekunden in die Zukunft.

Um das Verkehrsgeschehen so weit vorauszuberechnen, ist eine hochkomplexe Software mit Tausenden von Parametern no×tig. Hier fließen unter anderem Geschwindigkeit, Fahrbahnbebauung, Wetterlage, historische Bewegungsprofile der umgebenden Verkehrsteilnehmer und stehende Autos ein. Diese Prognose bildet die Grundlage fu×r die nun folgende Entscheidung: „Der U×berwacher legt die Trajektorien der Pfadplaner in sein Zukunftsszenario hinein", erkla×rt Gutbrod. Sollte auf dem geplanten Kurs beispielsweise die sogenannte „Souvera×nita×tszone" um das Fahrzeug verletzt werden, in die kein Objekt eindringen darf, wu×rde der U×berwacher sein Veto einlegen und einen Pfadwechsel einleiten. Er „wirft einen Planer" ab, wie es die Entwickler ausdru×cken.

Dabei muss die Planungssoftware sehr sensibel vorgehen. Stuft der U×berwacher die Kritikalita×t von potenziellen Gefa×hrdungsszenarien zu fru×h zu hoch ein, kann das Fahrzeug u×bervorsichtig und dadurch auch unsicher agieren. „Too soon too safe" nennen Entwickler diesen Effekt. Tritt er auf, wird zum Beispiel viel zu fru×h gebremst. Außerdem muss der U×berwacher solche Notsituationen erkennen, in denen ein Pfadwechsel nur unno×tig Zeit kosten wu×rde und womo×glich negative Auswirkungen ha×tte.

Bei allen Maßnahmen gilt es zudem, die vorgegebenen fahrdynamischen Grenzwerte im Blick zu behalten. Taucht – wie im Autobahn-Beispiel – plo×tzlich ein Hindernis auf, mu×ssen die Systeme so schnell reagieren, dass noch Zeit fu×r eine komfortable Bremsung bleibt. Dabei ko×nnten die Pfade in Zukunft zum Beispiel die Möglichkeit haben, eine „Notfall-Flag" zu hissen, so Gutbrod: „In diesem Fall könnten Planer den Überwacher darum bitten, Maßnahmen jenseits der aktuell gesetzten Grenzwerte zu freizugeben."

Mit unerwarteten Situationen ganz anderer Art muss das automatisierte Einparken zurechtkommen. Was diese neue Funktion künftig leisten kann, hat Cariad auf der IAA Mobility im letzten September demonstriert: Der Fahrer eines Porsche Cayenne E-Hybrid gab seinen SUV in einer speziellen Übergangszone im Parkhaus ab und erteilte per Smartphone den Befehl zum Einparken. Daraufhin setzte sich der Cayenne automatisch in Bewegung Richtung Parkplatz.

Sofern vom Fahrer gewünscht, wird das Auto künftig zunächst zu einer Ladestation fahren, wo ein

Roboteram mit Ladestecker automatisch andockt. Danach rollt es dann automatisch weiter zum eigentlichen Stellplatz. Braucht der Fahrer sein Auto wieder, kann er es per App in die Übergabezone zurückbeordern. Die Vorteile für ihn: Die zeitaufwendige Platzsuche und das Rangieren entfallen, außerdem kann er die Zeit fürs Nachladen nutzen.

Grundsätzlich lässt sich automatisiertes Parken auf zwei Arten realisieren: Entweder das Fahrzeug steuert sich selbst zum Stellplatz oder die umgebende Infratstruktur übernimmt die Kontrolle. Im letzteren Fall wu×rde das Parkhaus-System dem Fahrzeug u×ber Funksignale die Bahn vorgeben und es beschleunigen oder abbremsen. Die Cariad-Demonstration auf der IAA Mobility wurde auf diese Weise realisiert. Welcher der beiden Ansa×tze sich beim automatisierten Parken auf lange Sicht durchsetzt, bleibt abzuwarten. „Die Steuerung u×ber die Infrastruktur ist einfacher zu realisieren und abzusichern", erkla×rt Bo×ttiger. „Andererseits lassen sich mit dem fahrzeuggestu×tzten automatisierten Parken mehr Parkha×user nutzen." Denkbar sei darum ein langfristiger Trend hin zur kompletten Autonomie, auch im Parkhaus.

Wird das Einparken hingegen von der Infrastruktur gesteuert, mu×ssen hier – genau wie im Fahrzeug – redundante Systeme zum Einsatz kommen. Die Einparksteuerung sollte darum mit mehreren parallelen Instanzen arbeiten. So lassen sich auch Notsituationen sicher beherrschen, zum Beispiel Fußga×nger, die plo×tzlich vor dem Auto auftauchen. Damit ist zu rechnen, da sich autonome und herko×mmliche Fahrzeuge noch einige Zeit die Parkha×user teilen werden.

Notstopp-Konzept fu×r maximale Sicherheit

Hier fu×r Sicherheit zu sorgen, ist eine Aufgabe aller Beteiligten. „Wir werden die Algorithmen der Infrastrukturbetreiber genau u×berpru×fen", sagt Sebastian Reikowski, Projektleiter Parksysteme bei Porsche Engineering. Um das von außen gesteuerte Parken sicher zu implementieren, sind aber auch im Fahrzeug umfangreiche Anpassungen no×tig. „Die gesamte Kommunikation mit der Infrastruktur u×ber 5G oder WLAN muss verschlu×sselt werden, um unberechtigte Zugriffe zu verhindern", erkla×rt Reikowski. Reißt die Funkverbindung ab, bleibt das Fahrzeug automatisch stehen. Außerdem wird ein Notstopp-Konzept beno×tigt: Sollte das prima×re Bremssystem ausfallen, mu×sste ein sekunda×res System anspringen und fu×r einen sicheren Stopp sorgen. Dafu×r ko×nnte zum Beispiel die Rekuperationsleistung der E-Maschine im Zusammenspiel mit Parkbremse und Parksperre genutzt werden.

Weitere Abstimmungsarbeit ist fu×r einen gemeinsamen Kommunikationsstandard no×tig – denn nur dann ko×nnen Fahrzeuge aller Hersteller den Einparkservice nutzen. Eine Norm, die eine Schnittstelle zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur definiert, ist bereits in Arbeit (ISO 23374). „Daru×ber hinaus muss der Gesetz geber noch definieren, an welchem Punkt die Verantwortung vom Fahrzeug auf die Infrastruktur u×bergeht, ab wo das Parkhaus etwa fu×r Scha×den haften mu×sste", erga×nzt Experte Reikowski.

Wie generell beim hochautomatisierten Fahren ist hier eine kontinuierliche Verbesserung gefragt. „Es

braucht ein neues Mindset: Die Software von Fahrzeugen wird in Zukunft sta□ndig weiterentwickelt – in etwa wie Smartphones heute“, betont Systemarchitekt Nagler von CARIAD. Die Vision dieser „datengetriebenen Entwicklung“: Flotten von Testfahrzeugen sammeln sta□ndig Daten und u□bertragen sie in die Cloud. Dort werden sie genutzt, um HAF-Algorithmen zu verbessern. So entsteht ein sogenannter „Big Data Loop“. Ein spezieller Algorithmus im Testfahrzeug, „Scene Selector“ genannt, erkennt ungewo□hnliche oder bisher noch nicht aufgetretene Situationen und u□bermittelt sie an einen zentralen Server. Dort werden die Szenen genutzt, um zum Beispiel das Neuronale Netz der Einschererkennung weiter zu trainieren. „Dieses kontinuierliche Lernen ist der Weg zu robusten Systemen“, betont Nagler.

Zusammengefasst

Redundante, streng getrennte Systeme machen hochautomatisierte Fahrfunktionen sicher, indem sie ein Umschalten zwischen verschiedenen Trajektorien ermo□glichen. Beim automatisierten Einparken kann das Parkhaus die Steuerung u□bernehmen. Aber auch in diesem Fall sorgen Notfallsysteme im Fahrzeug fu□r Sicherheit in allen Situationen.

Info

Text erstmals erschienen im Porsche Engineering Magazin, Ausgabe 1/2022.

Text: Constantin Gillies

Illustrationen: Andrew Timmins

Copyright: Alle in diesem Artikel veröffentlichten Bilder, Videos und Audio-Dateien unterliegen dem Copyright. Eine Reproduktion oder Wiedergabe des Ganzen oder von Teilen ist ohne die schriftliche Genehmigung der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG nicht gestattet. Bitte kontaktieren Sie newsroom@porsche.com für weitere Informationen.

MEDIA ENQUIRIES

Sandro Kälin

Head of Communications Porsche Schweiz AG
+41 41 487 91 16
sandro.kaelin@porsche.ch

Consumption data

Taycan Turbo S (Vorgängermodell)

*Further information on the official fuel consumption and the official specific CO_2 emissions of new passenger cars can be found in the "Leitfaden über den Kraftstoffverbrauch, die CO_2-Emissionen und den Stromverbrauch neuer Personenkraftwagen" (Fuel Consumption, CO_2Emissions and Electricity Consumption Guide for New Passenger Cars), which is available free of charge at all sales outlets and from DAT (Deutsche Automobil Treuhand GmbH, Helmuth-Hirth-Str. 1, 73760 Ostfildern-Scharnhausen, www.dat.de).

Link Collection

Link to this article
https://newsroom.porsche.com/de_CH/2022/innovation/porsche-engineering-ueberwachte-sicherheit-hochautomatisierte-fahrfunktionen-27279.html

Media Package
https://pmdb.porsche.de/newsroomzips/7a900537-11da-47bd-88c7-878d28c572c7.zip

External Links
https://christophorus.porsche.com/en.html

Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft
Porscheplatz 1
70435 Stuttgart