

## AUTONOMES FAHREN

# Lässt der Algorithmus Fünf gerade sein?

Wie können selbstfahrende Autos im Spannungsfeld zwischen Verkehrsregeln, menschlichem Fehlverhalten, ethischen Maßstäben und lokalen (Fahr-)Kulturen den Spagat zwischen Regelkonformität und flüssiger Fahrweise schaffen? Aptiv will diesen scheinbaren Widerspruch mit einem „Rulebook“ auflösen.



*In manchen Verkehrssituationen ist eine Abwägung zwischen regelkonformem Verhalten und sozial erwünschtem Übertreten der Verkehrsregeln erforderlich. © Aptiv*

**E**in anderes Auto parkt in zweiter Reihe und der Mittelstreifen ist eine durchgezogene Linie. Den Verkehrsregeln entsprechend warten oder vorbeifahren? Oder: in einem Baustellenbereich wird der Verkehr kurzfristig so geregelt, dass er der eigentlichen Beschilderung widerspricht. Oder ein Schwarm Möwen sitzt auf der Straße: anhalten oder weiterfahren und vertrauen, dass die Tiere rechtzeitig wegfliegen? Nicht-regelkonformes Verhalten von anderen Verkehrsteilnehmern kann die Anderen manchmal zum Überschrei-

ten von Verkehrsregeln verleiten. Während ein Fahrer aus Fleisch und Blut solche Situationen mit gesundem Menschenverstand meistern kann, ist ein automatisiertes Fahrzeug auf Algorithmen angewiesen. Diese haben die Einhaltung der Verkehrsregeln zum Ziel. Doch würde völlig regelkonformes Verhalten nicht dauernd zu Verkehrsbehinderungen führen? Wäre es möglich, eine komplexe Verkehrssituation durch geringfügiges Übertreten von Verkehrsregeln sicher aufzulösen? Für solche Spezialfälle gibt es bisher noch keine Algorithmen,

die rundum sicheres automatisiertes Fahren ermöglichen. Das ist sicher ein (wenn auch lange nicht der einzige) Grund, warum die Euphorie um das selbstfahrende Auto deutlich abgeflaut ist.

Ein Team von Aptiv Autonomous Mobility will automatisierten Fahrzeugen dieses stimmige Fahrverhalten antrainieren. Grundlage ist dafür ein stringentes System von mathematischen Beschreibungen der Verkehrsregeln, gängigen Verhaltensweisen und ethischen Faktoren, sowie deren Beziehungen untereinander. Das Regelwerk soll es einem autonomen Fahrzeug ermöglichen, das sicherste Vorgehen zu ermitteln – auch in Szenarien, in denen eventuell das kurzzeitige Übertreten von Straßenverkehrsregeln geboten erscheint.

### **Priorisierung ist gesellschaftliche Aufgabe**

In diesem von Aptiv so genannten „Rulebook“ sind die einzelnen Parameter hierarchisch nach Priorität geordnet. An der Spitze steht die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer; geringste Priorität haben Komfortfaktoren. Die Einstufung aller anderen Parameter dazwischen – wie etwa die Befolgung von Verkehrsregeln und das Anpassen an den Verkehrsfluss – sieht man bei Aptiv als verhandelbar an. Allerdings plädiert man dafür, dass diese Gewichtung und Einstufung



**Bild 1: Aptiv entwickelt Algorithmen, die selbst entscheiden sollen, wann ein Übertreten von Verkehrsregeln akzeptabel erscheint.**

© huseyintuncer

erst nach einem intensiven öffentlichen Diskurs erfolgen sollte; sie sollte nicht den Entwicklern überlassen bleiben.

Die einzelnen Verkehrsregeln, die räumlichen Gegebenheiten, Verhaltensweisen und ethischen Normen werden dann im Rulebook als Gleichungen beschrieben, die im Grenzfall schnell nach mathematischen Prinzipien auswertbar sind. Bei widersprüchlichen Parametern werden Priorisierungen vorgenommen und die Entwickler lösen Mehrdeutigkeiten im Regelwerk so lange auf, bis eine stimmige Gesamtordnung erreicht ist. Anschließend wird bei der Trajektorienplanung darauf geachtet, dass die festgelegten Regeln möglichst eingehalten oder nur minimal verletzt werden.

Zum Beispiel ermittelt der Aptiv-Algorithmus bei einem auf der Straße befindlichen Objekt mehrere passende Trajektorienoptionen. Etwa, ob das Hindernis (mit mehr oder weniger Abstand/Tempo) umfahren wird oder ob abgebremst wird. Zum Schluss wird dann die Trajektorie realisiert, welche den im Algorithmus definierten Prioritäten am besten entspricht. Das kann durchaus auch das Umfahren des Hindernisses bei durchgezogenen Straßenmarkierungen sein, wenn es sicher ist und dadurch der Verkehrsfluss erhalten bleibt.

Aktuell testet Aptiv die Regelwerke mit Forschungsfahrzeugen in Boston, Las Vegas, Pittsburgh und Singapur,

[www.hanser-automotive.de](http://www.hanser-automotive.de)

weitere Feldversuche (in China und Europa) werden folgen. Beim Fahren nach Automatisierungsstufe 4 in einem begrenzten Einsatzbereich kommt Aptiv nach eigenen Angaben mit etwa 15 Regeln aus. Für das autonome Fahren im gesamten Straßennetz inklusive Extremsituationen rechnet man mit etwa 200 Regeln. Diese Regeln werden voraussichtlich in etwa einem Dutzend Prioritätsgruppen hierarchisch geordnet sein.

### Schicht für Schicht

Der gewählte Aufbau der Algorithmen hat laut Aptiv mehrere Vorteile. Beispielsweise lässt sich so ein Basis-Regelwerk mit allgemeingültigen Regeln definieren, die universell gültig sind. Darauf lässt sich eine zweite Schicht mit regionsspezifischen Festlegungen aufsetzen; etwa für Rechts-/Links-Verkehr oder länderspezifische Standards wie Geschwindigkeitsbeschränkungen und Vorfahrtsregeln. Dadurch müssen die Algorithmen für die Entscheidungsberechnung nicht mehr jedes Mal neu geschrieben werden. Außerdem können durch eine geschickte mathematische Beschreibung gewisse Verkehrsregeln, etwa die Fahrtgeschwindigkeit, temporär übertreten werden, wenn es im Notfall erforderlich ist. Die auf künstlicher Intelligenz basierenden Analysefunktionen können mithilfe von quantifizierbaren Parametern, wie etwa Abständen und Fahrtgeschwindigkeiten, auch das Regelwerk selbstständig an den lokalen Fahrstil anpassen.

Als größte Herausforderung für automatisiertes Fahren auf Level 4 sieht Aptiv die Industrialisierung der Technik, also die Gewährleistung einer höchstmöglichen Sicherheit in allen Fahrscenarien. Auf dem Weg dorthin baut Aptiv auf einen Sinneswandel aller am automatisierten Fahren beteiligten Unternehmen. So legte man schon sehr früh die mit Sensoren erhobenen Fahrdaten offen. Seitdem registriert man erfreulicherweise eine steigende Anzahl anderer Unternehmen, die ebenfalls ihre Daten teilen. ■ (oe)

[www.aptiv.com](http://www.aptiv.com)

**Hartmut Hammer** ist freier Mitarbeiter der HANSER automotive.

You CAN get it...

Hardware und Software für CAN-Bus-Anwendungen...



NEU

PCAN-Router Pro FD

Frei programmierbarer 6-Kanal-Router für CAN und CAN FD. Auslieferung inklusive Entwicklungspaket mit Programmierbeispielen.

ab 980 €



PCAN-USB X6

Sechskanal-CAN-FD-Interface für den USB-Port. Auslieferung mit D-Sub- oder M12-Anschlüssen inkl. Monitor-Software und APIs.

ab 735 €



PCAN-Explorer 6

Software zur Steuerung, Simulation und Überwachung von CAN-FD- und CAN-Bussen ■ Aufzeichnung und Wiedergabe ■ Automatisierung mit VBScript und Makros ■ Verständliche Darstellung der ID und Daten

ab 510 €

www.peak-system.com



Otto-Röhm-Str. 69  
64293 Darmstadt / Germany  
Tel.: +49 6151 8173-20  
Fax: +49 6151 8173-29  
info@peak-system.com

Alle Preise verstehen sich zzgl. MwSt., Porto und Verpackung. Irrtümer und technische Änderungen vorbehalten.