

# **Testverfahren für automatisierte Fahrfunktionen als elementarer Bestandteil der Hochschulausbildung**

Matthias Friedrich

Test & Absicherung  
TraceTronic GmbH  
Stuttgarter Str. 3  
01189 Dresden

Matthias.Friedrich@tracetronic.de

Prof. Dr. rer. nat. Toralf Trautmann

Fakultät Maschinenbau  
HTW Dresden  
Friedrich-List-Platz 1  
01069 Dresden

toralf.trautmann@htw-dresden.de

## **Abstract:**

Hoch- und vollautomatisierte Fahrfunktionen werden mit umfangreiche Testverfahren entwickelt und abgesichert. Obwohl diese Verfahren und die eingesetzten Methoden eine sehr wichtige Bedeutung haben, fehlt eine umfassende Integration in der Hochschulausbildung für Ingenieure. Dies ist vor allem dem üblicherweise begrenzten Zeitumfang von praktischen Ausbildungsmöglichkeiten im Curriculum geschuldet. Der Spielraum für lange und komplexe Testdurchführungen fehlt.

Um diese Beschränkungen zu überwinden, erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Kfz-Mechatronik der HTW Dresden die frühzeitige Integration der Testverfahren in die praktische Ausbildung gemeinsam mit der Firma TraceTronic und deren Softwaretools. Durch eine semesterübergreifende projektorientierte Arbeit ist es möglich, die verschiedenen Stufen von Testverfahren im gesamten Entwicklungsprozess vorzustellen. In der Pilotphase sind die folgenden Inhalte für die Studierenden der Fahrzeugtechnik geplant und teilweise bereits eingesetzt:

- 3. Semester: Bewertung eines Einparkassistenten
- 4. Semester: Berechnung von Einparktrajektorien auf Basis von CAN-Informationen
- 6. Semester: Charakterisierung von Ultraschall-Einparksensorik

- 7. Semester: Entwicklung eines Echtzeit-Algorithmus‘ zur Parklückenerkennung

Die Software ECU-TEST der Firma TraceTronic wird dabei unterstützend in allen Versuchen eingesetzt. Neben der synchronen Aufzeichnung unterschiedlicher Informationen (CAN-Daten, Video) erfolgen skriptbasierte automatisierte Auswertungen. Perspektivisch ist auch die Integration einer Echtzeit-Abarbeitung von Matlab/Simulink-Algorithmen vorgesehen.

## **1 Einleitung**

Kraftfahrzeuge haben sich in den letzten Jahrzehnten zu komplexen und stark vernetzten Systemen entwickelt. Der Nachweis der vollen Funktionsfähigkeit durch systematische Tests ist hierdurch immer umfangreicher und ebenfalls komplexer geworden. Eine effektive Durchführung ist mittlerweile nur noch mit speziellen Vorgehensweisen (V-Modell) und hierzu passender Software (ECU-TEST) möglich.

Bereits der sichere und effektive Umgang mit den Testwerkzeugen ist erst durch eine längere Einarbeitung und stetige Qualifizierung möglich. Es ist daher wichtig, die grundlegende Vorgehensweise bereits in der Ingenieurausbildung zu verankern. Durch die Kooperation der Firma TraceTronic mit der HTW Dresden war es möglich, ein entsprechendes Projekt für eine semesterübergreifende Integration systematischer Fahrzeugtests unter Nutzung der TraceTronic-Produkte zu starten.

## **2 Fahrzeug-Tests in der Hochschulausbildung**

Die klassische Ausbildung im Bereich der Fahrzeugtechnik an Hochschulen für angewandte Wissenschaften wie der HTW Dresden weist einen hohen Anteil an praktischen Versuchen auf. Diese Versuche sind jedoch häufig stark spezialisiert und mit speziellen Auswertungen verknüpft. Im Bereich der physikalischen und ingenieurtechnischen Grundlagen ist dies durchaus gerechtfertigt. Allerdings bedingen die neuen technischen Herausforderungen andere Herangehensweisen an einen systematischen Testablauf.

Diese sind auf Grund der begrenzten Zeitumfänge kaum durch jeden einzelnen Studierenden durchführbar. Gerade wenn Fahrversuche wie z.B. zur Abgasmessung, praktisch durchgeführt werden sollen, ist die Anzahl der direkt beteiligten Studierenden auf drei pro Fahrzeug begrenzt. Der curriculare Normwert für einen Hochschul-Praktikumsversuch im Freistaat Sachsen beträgt aber zehn Studierende. Damit wäre eine nicht mehr akzeptable Überlastung der Lehrkräfte verbunden.

In den vergangenen Jahren beteiligte sich die HTW Dresden am Gesamtfahrzeugpraktikum der TU Dresden. Hier können Studierende an verschiedenen Stationen auf dem Dekra-Testgelände in Klettwitz direkte Versuch am Fahrzeug durchführen. Die Aufgabenstellungen sind aber auch hier, bedingt durch die große Anzahl an Studierenden sowohl zeitlich als auch inhaltlich stark eingeschränkt [TUD01].

Aus diesen Gründen wurde eine stufenweise Vorgehensweise mit stetig steigender Testkomplexität konzipiert und umgesetzt.

### **3 Das Testwerkzeug ECU-TEST**

Mit der Software ECU-TEST ist der automatisierte Test von Fahrzeugfunktionen in allen Testumgebungen von Fahrzeugsoftwaretests (MiL, SiL, HiL) möglich – auch im Fahrzeug. Der logische und intuitive Aufbau dieser Software erleichtert es den Studierenden, sich schnell in den Bereich Softwaretest einzuarbeiten und eigene Testfälle für bestimmte Testkriterien zu erstellen und auszuführen. So können sie mithilfe des Tools bestehende und eigene Softwareentwicklungen direkt auf Fehler und unerwünschte Nebenwirkungen prüfen und Signale detailliert analysieren. Da Test und Auswertung vollautomatisiert ablaufen, liegen auch bei vielen auszuführenden Tests schnell Ergebnisse vor. Somit bekommen die Studierenden im Fahrversuch eine direkte und schnelle Rückmeldung, ob die Softwarefunktion im Fahrzeug korrekt arbeitet oder nicht.

Die Anwendungsbereiche von ECU-TEST sind breitgefächert. Die Studierenden können mit der Testsoftware vollautomatisierte Tests für MiL- und HiL-Umgebungen schreiben. Aber auch interaktive Testabläufe im Fahrzeug sind in ECU-TEST erstellbar. ECU-TEST unterstützt alle gängigen Automotive-Formate wie zum Beispiel CAN-Busdaten, Multimedia-Streams und eine Vielzahl an Ethernet-Protokollen.

### **4 Stufenmodell der HTW Dresden**

Die Basis des Projektes bilden die Lehrveranstaltungen im Bereich Kraftfahrzeug-Mechatronik. Der Schwerpunkt der Lehrveranstaltungen ist die Algorithmenentwicklung für Fahrerassistenzsysteme und automatisierte Fahrfunktionen. Dabei müssen die Studierenden zunächst mit Programmen zur Algorithmenentwicklung vertraut gemacht werden, bevor es um die systematischen Tests eigener Algorithmen geht. Als besonders gut geeignete Funktion hat sich das teilautomatisierte Einparken herausgestellt. Hierfür ist die folgende Vorgehensweise konzipiert worden:

- 3. Semester: Test und Bewertung einer Serienfunktion. Die TraceTronic-Software ECU-TEST führt den Testenden mit einem definierten Testablauf durch den Fahrversuch (z.B. Längsparklücke) und zeichnet wichtige Fahrzeugsignale auf. Durch die anderen Studierenden erfolgt die manuelle Vermessung der Testparameter (z.B. finale Einparkposition).
- 4. Semester: Die Studierenden berechnen unter Nutzung der Raddrehzahlen die Position des Fahrzeugs aus einer definierten Startposition während des Einparkvorgangs und geben an den Umlenkpunkten die Kommandos für den Fahrer. Durch die anderen Studierenden erfolgt wieder die manuelle Vermessung der Testparameter (z.B. finale Einparkposition).
- 6. Semester: Die Fahrzeugfunktion wird um die automatische Parklückenvermessung erweitert. Damit ist die Ausgangsposition sowohl vom Anfahrverhalten als auch der eigenen Parklückendetektion abhängig. ECU-TEST wird zur Versuchskonfiguration und zur automatischen Aufzeichnung und Auswertung vordefinierter Bewertungsgrößen eingesetzt.
- 7. Semester: Mittels einer angepassten Simulink-Simulation können die Basisalgorithmen an verschiedene Konstellationen angepasst werden. Durch ECU-TEST kann eine effektive Automatisierung der Tests in einer SiL-Testumgebung durch Variation der grundlegenden Parameter erfolgen. An ausgewählten Szenarien erfolgt ein abschließender Test im Fahrversuch.

Mithilfe der Testautomatisierungslösung ECU-TEST finden die Studierenden einen schnellen Einstieg in die Testaktivitäten in der Simulation und im Fahrzeug.

## 5 Umsetzungsstand

Die erste Durchführung der systematischen Tests erfolgte im Wintersemester 2019/2020. Es wurden die Einparkassistenten in einem Passat GTE und einem BMW i3 getestet. Die Ergebnisse wurden von den Studierenden aufbereitet und in Form eines Online-Blogs veröffentlicht [HTW01] und [HTW02]. Diese Versuche, die für alle Gruppen noch von einem eingewiesenen Laboringenieur durchgeführt wurden, bildeten die Basis für die Weiterentwicklung des Versuchsaufbaus und -ablaufs.

Im Rahmen einer Diplomarbeit [JH01] wurde durch Herrn Josef Herrmann die Integration von ECU-TEST vorgenommen. Hierdurch ist es möglich, die Versuchsvarianten zu verwalten und mittels konkreter Anweisungen die Studierenden selbst den gesamten Versuch durchführen zu lassen. Dabei nehmen die Lehrenden bewusst keinen Einfluss, um die Studierenden auch mit den bei solchen Versuchen auftretenden praktischen Problemen zu konfrontieren. Bei fehlerhaften Ergebnissen muss der komplette Versuch wiederholt werden. Die Abbildung 1 veranschaulicht die interaktive Testdurchführung in ECU-TEST mit einer einzelnen Testanweisung und der Ergebnisdarstellung des gesamten Testlaufs.

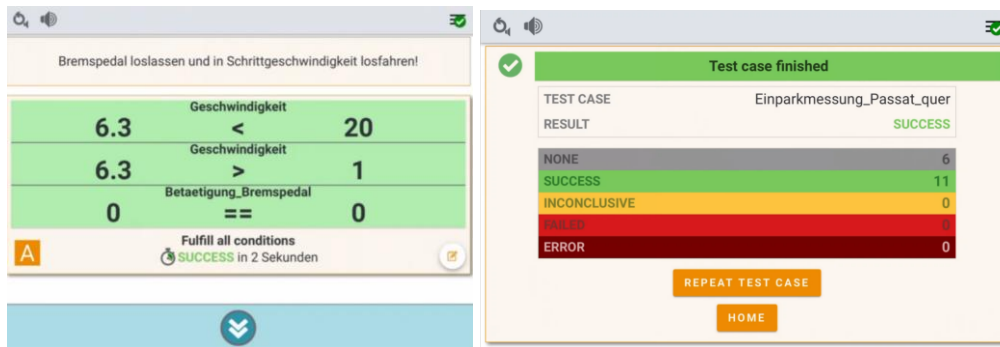


Abbildung 1: Einzelanweisungen (links) und Gesamtergebnis (rechts)

Als besonders gut für die Auswertung hat sich die in ECU-TEST vorhandene Triggerung auf Video-Signale herausgestellt. So kann automatisiert ermittelt werden, ob es zwischen den einzelnen Versuchen der Studierenden Unterschiede in der Reaktion auf die Display-Informationen beim Einparkvorgang gibt. Im Fall der Parklückenvermessung kann eine späte Reaktion zu einer deutlich geänderten Startposition für das automatisierte Einparkmanöver führen. Hier ist es wichtig, dass die Studierenden die möglicherweise fehlende Vergleichbarkeit der Situationen erkennen und Konsequenzen für die Bewertung oder die erneute Durchführung ziehen. Die Abbildung 2 veranschaulicht den Messaufbau auf dem Testgelände und den Zeitpunkt der Parklückenerkennung. Unten links ist ECU-TEST im interaktiven Modus zu sehen. Rechts unten ist das Kamerabild des Cockpits, das vollautomatisch von ECU-TEST eingelesen und bewertet wird.

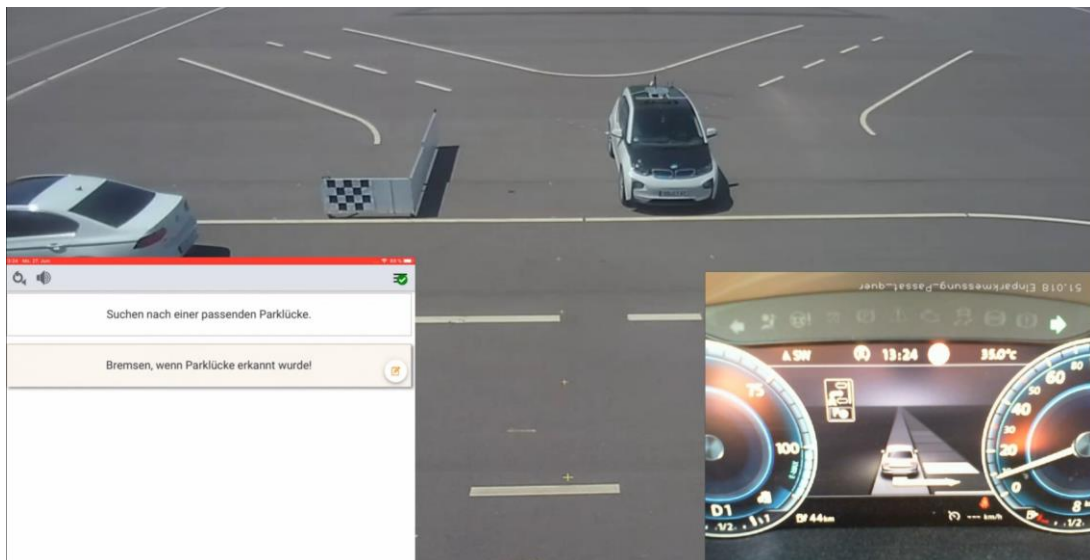


Abbildung 2: Versuchsfahrt „Parklücke erkannt“

Die Auswertung aller Messungen erfolgt direkt in ECU-TEST. Mit diesem geführten Testablauf im Fahrzeug mit ECU-TEST sind die Studierenden in der Lage, den Einparkassistenten reproduzierbar auszumessen, um die Fahrerassistenzfunktion besser zu verstehen. Auf diesem Wissen wird in den weiteren Semestern aufgebaut, um eigene Fahrzeugfunktionen zu programmieren und zu testen.

## **6 Zusammenfassung und Ausblick**

Schon die erste Stufe des vorgesehenen Stufenmodells der HTW Dresden hat gezeigt wie wertvoll die Verzahnung von Lehre und Wirtschaft für die Studierenden ist. Der direkte Bezug zur Praxis schärft nicht nur das Verständnis für reale Arbeitstechniken, er motiviert gleichermaßen zur Umsetzung von eigenen Testversuchen. Learning by doing – besser lassen sich theoretisch vermittelte Grundlagen nicht anwenden. Die Ausbildung im Bereich der Fahrzeugtechnik erhält dadurch eine Qualitätssteigerung.

Der stufenweise Aufbau der Lehrveranstaltung erweist sich bereits jetzt als sehr sinnvoll. Zum einen wird den Studierenden der Einstieg in das komplexe Thema der automatisierten Fahrfunktionen erleichtert. Andererseits ergibt sich so die Chance, das Thema nicht nur anzuschneiden, sondern den Gesamtprozess betrachten zu können – von der Entwicklung eigener Fahrfunktionen bis hin zu deren Tests. Über mehrere Semester hinweg werden die Studierenden so intensiv geschult und auf die Praxis vorbereitet.

Eine Kooperation der HTW Dresden mit der TraceTronic GmbH ist für beide Seiten ein großer Gewinn. Die Hochschule und ihre Studierenden profitieren von den neuesten Standards aus der Wirtschaft und einer umfassenden fachlichen Unterstützung, während im Gegenzug sehr gut ausgebildete IngenieurInnen in die Arbeitswelt eintreten.

## **7 Literaturverzeichnis**

- [TUD01] <https://tu-dresden.de/bu/verkehr/iad/kft/studium/lehrveranstaltungen/gesamtfahrzeugpraktikum> abgerufen am: 07.09.2022
- [TT01] <https://www.tracetronic.de/produkte/ecu-test/> abgerufen am: 07.09.2022
- [HTW01] [https://youtu.be/4PvJM\\_pWZ\\_4](https://youtu.be/4PvJM_pWZ_4) abgerufen am: 07.09.2022
- [HTW02] <https://youtu.be/W1v2X4ToT18> abgerufen am: 07.09.2022
- [JH01] Herrmann, J. (2022). Entwicklung eines teilautomatisierten Bewertungsverfahrens für Einparkassistenten (Diplomarbeit Fakultät Maschinenbau), HTW Dresden.