

Mess- und Bewertungssystem für das Fahrverhalten

© Etas

AUTOREN



Rajesh Reddy

ist Produktmanager für Inca-Flow bei der Etas GmbH in Stuttgart.



Dr. Felix Matthies

ist Fachreferent für Getriebe-fahrbarkeit bei der IAV GmbH in Berlin.



Uwe Heyder

ist Fachreferent für Motorfahrbarkeit bei der IAV GmbH in Braunschweig.

Autokäufer erwarten ein gut abgestimmtes und zur Marke passendes Fahrverhalten. Doch Testfahrzeuge sind rar und erst spät verfügbar. Applikateure müssen daher oft unter hohem Zeitdruck das Fahrverhalten einer Vielzahl von Fahrzeugvarianten und Baureihen abstimmen. Bisher erfolgten die Abstimmungen nach Expertise und Bauchgefühl. Etas hat nun zusammen mit IAV ein Mess- und Bewertungssystem auf Basis von Inca-Flow entwickelt, das die Abstimmung selbst vieler Fahrzeuge effizient ermöglicht.

APPLIKATIONSKRITERIEN OBJEKTIV BESCHREIBEN

Die Aufgabenstellung ist anspruchsvoll: Automobilhersteller äußern vielfach den Wunsch nach einem System, das in der Applikation die Fahrzeugabstimmung erleichtert und mit dem sich zugleich der jeweilige Fahrzeugcharakter effizient festlegen lässt. Zudem sollen bisher subjektiv ermittelte Applikationskriterien objektiv beschrieben werden.

Die Gründe dafür sind vielfältig. Zum einen steigen die Komplexität und damit verbunden die Herausforderungen stetig. Die Fahrzeugpaletten der Autohersteller werden zunehmend differenzierter und umfangreicher. Neben einer Vielzahl unterschiedlicher Modelle tragen dazu Antriebsstrangkonfigurationen über Hybridkonzepte mit ihren unterschiedlichen Betriebsmodi sowie Getriebearten bei. Es gilt, die Eigenheiten von Handschaltgetriebe, Wandlerautomatik-

getriebe sowie automatisiertem Handschaltgetriebe, Doppelkupplungsgetriebe und stufenlosem Getriebe zu berücksichtigen. Für Verbrennungsmotoren gelten außerdem immer strengere Emissionsgrenzwerte unter realen Fahrbedingungen (Real Driving Emissions, RDE), und die CO₂-Emissionen sollen im strengen Zyklus Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure (WLTP) sinken. Diese Anforderungen sollen jedoch das Fahrverhalten nicht negativ beeinflussen.

Zudem erwarten viele Endkunden für ihr Wunschfahrzeug ein Fahrverhalten, das ihre persönlichen Anforderungen erfüllt und das sie idealerweise sogar nach eigenem Geschmack selbst festlegen können. So beschleunigt beispielsweise eine Oberklasselimosine eher sanft und ruckfrei, während ein Sportwagen spontaner anspricht. Auch im Schalt- und Anfahrverhalten gibt es merkbare Unterschiede. Jede Automarke hat ihren eigenen Charakter, und auch die Fahrzeugmodelle unterscheiden sich voneinander.

Innerhalb dieser Vorgaben und entsprechend der technischen Rahmenbedingungen stimmen die Applikateure jeden Fahrzeugtyp ab. Zugleich legen sie das gewünschte Fahrverhalten fest. Dieser Charakter kommt vor allem im längsdynamischen Fahrverhalten zum Ausdruck, das im Wesentlichen vom Antriebsstrang bestimmt wird. Neben den bisher bereits eingesetzten Werkzeugen kam vor allem der subjektiven Wahrnehmung der Ingenieure eine hohe Bedeutung bei der Abstimmung zu.

Doch alle Aspekte zusammengenommen ergeben einen hohen Entwicklungsaufwand, der ohne effizientere Werkzeuge im Applikationsprozess nicht mehr zu bewältigen ist.

SYSTEMBESCHREIBUNG

Das geforderte, objektive Mess- und Bewertungssystem hat Etas zusammen mit IAV entwickelt: zwei Inca-Flow-Fahrbarkeits-Werkzeugboxen. Es gibt eine Engine Driveability Toolbox (EDT) und eine Transmission Driveability Toolbox (TDT). Basis sind umfangreiche fokussierte Algorithmen zur Datenerfassung und -auswertung. Die EDT unterstützt beim Messen und Bewerten der Fahrbarkeit von Motorsteuergeräteapplikationen. Die TDT wird unter anderem genutzt, um Ereignisse im Getriebe

aufzufinden, beispielsweise Hoch- und Rückschalten. Zudem ermöglicht sie das Bewerten solcher Ereignisse anhand von objektiven, physikalischen Kriterien. Die Toolboxen bieten eine vertraute Software-Benutzerschnittstelle und können innerhalb weniger Minuten in Kombination mit der bereits bestehenden Messhardware von Etas, wie zum Beispiel aus der ES500-Serie, im Fahrzeug genutzt werden. Sie kommen ohne eigene Sensoren aus und lesen über die vorhandenen Bussysteme, etwa CAN (Controller Area Network), FlexRay oder XCP (Universal Measurement and Calibration Protocol), die Fahrzeugsignale aus. Optional kann ein externer Beschleunigungssensor verwendet werden, der schnell an einer Sitzschiene befestigt wird.

Der Ablauf ist einfach: Während der Fahrmanöver zeichnet das Mess- und Bewertungssystem physikalische Größen des Antriebsstrangs in Echtzeit auf. In der Regel eignen sich Beschleunigungs- und Drehzahlsignale, um verlässliche Bewertungsgrößen beispielsweise für Lastwechsel, Pedaldosierbarkeit, Schaltablauf und das Anfahren zu bilden. Das System wertet diese Messdaten aus und stellt relevante Fahrverhaltensparameter in Zahlenwerten sowie grafisch dar – auch in Beziehung zu Vergleichswerten. Zusätzlich ist eine Offline-Auswertung, beispielsweise zusammen mit Kollegen im Büro, möglich.

Die für das längsdynamische Fahrverhalten relevanten Parameter können während der laufenden Abstimmungsfahrt geändert werden. Die Inca-Flow-Toolboxen EDT und TDT ermitteln direkt die Kriterien, wie zum Beispiel das Ruckeln, nach objektiven Regeln und zeigen sie direkt im Inca-Experiment an. Dadurch können die Applikateure das Fahrverhalten schnell und zielgerichtet in die gewünschte Richtung beeinflussen.

Seinen vollen Vorteil spielt das Mess- und Bewertungssystem aus, wenn bereits zu Projektbeginn die Applikationsziele in Form von Zielgrößen als Abnahmekriterien verbindlich vereinbart sind. Diese lassen sich dann während der Abstimmungsfahrt zielgerichtet messen und bis hin zum gewünschten Ergebnis optimieren.

Die Toolboxen können in folgenden Bereichen eingesetzt werden:

Gaming trifft Automotive

Fahrerassistenzsysteme virtuell absichern

Bis ein Fahrerassistenzsystem auf die Straße kommt, müssen viel Zeit und Kosten investiert werden. Besonders bildverarbeitende Sensoren stellen hohe Anforderungen an realitätsnahe Umweltsimulationen zur Absicherung. Deshalb setzen wir auf leistungsstarke und kosteneffiziente Technologien aus der Gaming-Industrie und bewegen uns in virtuellen Welten, in denen frühzeitig Sensorpositionierung und Fahrzeugdesign optimiert werden können.

ITK Engineering – Ihr Technologiepartner für das nächste Level in der Absicherung.

www.itk-engineering.de



- Steuergeräteapplikation im Fahrzeug mit Online-Ergebnisdarstellung
- Zielwertvorgaben für den Applikationsprozess
- Ermittlung und Dokumentation des Reifegrads einer Applikation
- Erprobungsfahrten
- Abnahmefahrten
- Dokumentation für Datenstands freigaben
- Benchmarks.

Das System zeichnet sich durch eine Reihe von Vorteilen aus:

- Beurteilung der Applikationsziele mithilfe von physikalischen Größen und Bewertungsindizes
- einfache Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse
- Reproduzierbarkeit
- hohe Flexibilität gegenüber Eingangssignalen und Signalquellen (CAN, FlexRay, XCP etc.)
- schneller Einbau der Messtechnik in das Fahrzeug innerhalb weniger Minuten
- einfache Bedienung durch vollständige Integration in bestehende Applikationssysteme (Inca und Inca-Flow)
- Nutzung vorhandener Messsysteme (zum Beispiel ES500-Serie von Etas).

WERKZEUGKETTE

Um den Applikationsingenieur maximal zu entlasten, unterstützt ihn das System durch den kompletten Ablauf, von der Durchführung der Fahrmanöver über die Messdatenaufzeichnung und -auswertung bis hin zur grafischen Ergebnisdarstellung, **BILD 1**.

Ein Schnittstellenmodul, beispielsweise aus der ES500-Serie, liest in Verbindung mit einem ETK aus dem Steuergerät, vom CAN-Bus und vom Analog-Digital(AD)-Umsetzer (zum Beispiel Etas ES411) Messdaten ein, **BILD 2**. Die Daten werden gleichzeitig erfasst und online ausgewertet, sodass Inca die berechneten Fahrverhaltensparameter ebenfalls in derselben Datei speichert. Inca zeigt zudem die Ergebnisse an. Somit ist die Arbeitsumgebung dem Applikateur vertraut. Auf Wunsch werden nach Abschluss der Messung die Ergebnisse grafisch aufbereitet und als Grafikdateien exportiert.

Der effiziente Ablauf ermöglicht zum einen eine schnelle Bedienung, zum anderen haben innerhalb des Prozesses Ermüdungserscheinungen oder subjek-

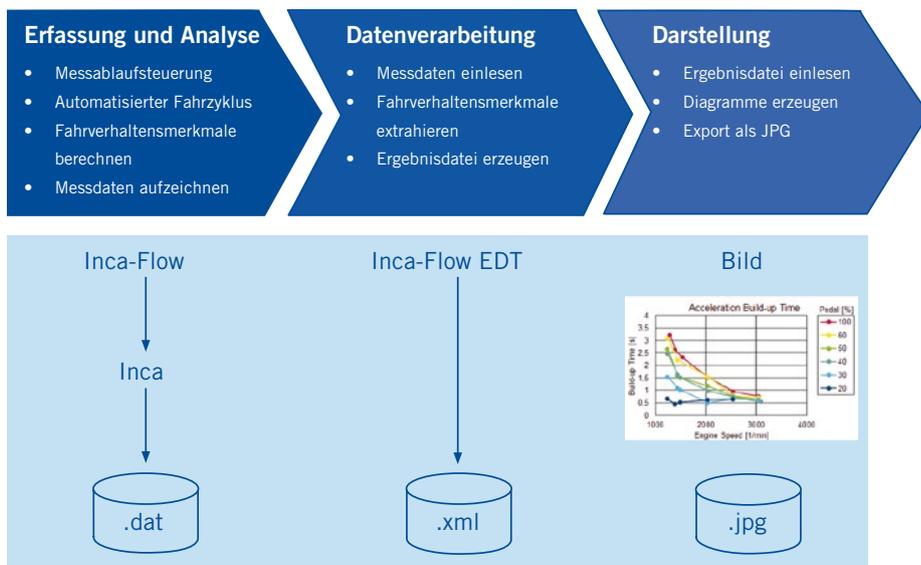


BILD 1 EDT-Werkzeugkette – von der Durchführung der Fahrmanöver über die Messdatenaufzeichnung und -auswertung bis hin zur Ergebnisdarstellung (© Etas)

tive Wahrnehmungen des Applikateurs keine Auswirkung. Das stellt zugleich sicher, dass Abstimmungsarbeiten von verschiedenen Teams an verschiedenen Standorten oder zu verschiedenen Zeiten stets dem gewünschten Ziel entsprechen.

Neben der Möglichkeit, die Werkzeugboxen für Motor und Getriebe als eigenständige Funktionen innerhalb von Inca-Flow zu verwenden, besteht darüber

hinaus die Option, deren Fahrverhaltensbewertung in einen mit Inca-Flow selbst spezifizierten Fahrmanöverkatalog einzubinden. Dieser ist erweiterbar bis hin zu einer vollautomatisierten Optimierung der fahrverhaltensrelevanten Parameter, nutzbar direkt im Fahrzeug und auch integriert in einer Model-in-the-Loop-Umgebung (Inca-Flow MiL Connector).

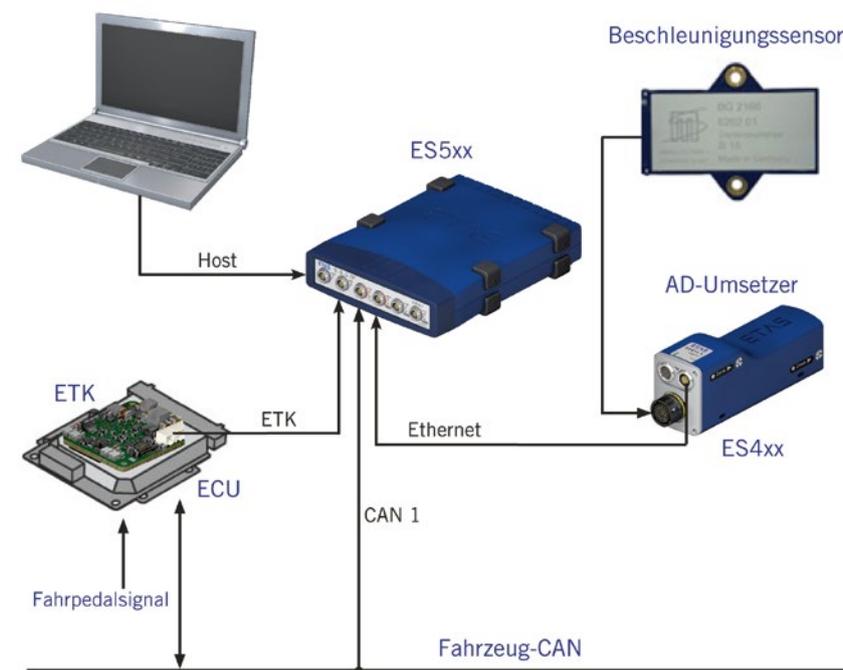


BILD 2 Aufbau des Messsystems (© Etas)

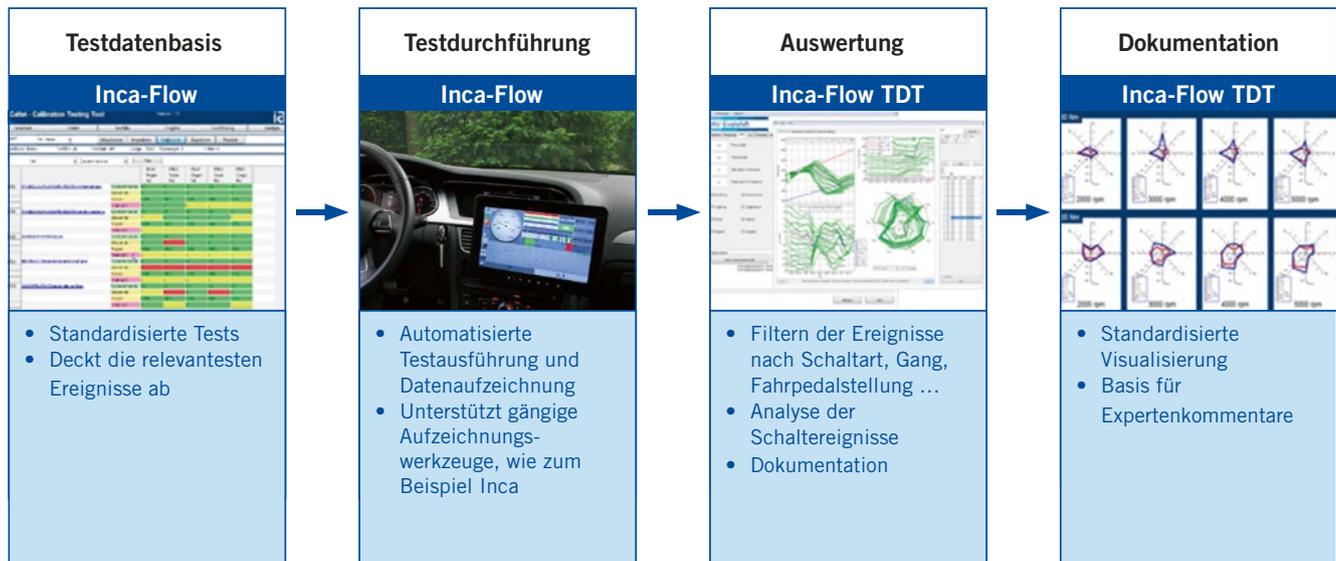


BILD 3 Arbeitsschritte bei der Applikation des Fahrverhaltens (© Etas)

**KURZBESCHREIBUNG
 WICHTIGER PARAMETER**

Nachfolgend erfolgt eine Kurzbeschreibung wichtiger Parameter:

- Lastwechsel (EDT): Der Lastwechsel wird beschrieben mit den vier Größen Ansprechzeit (Response Time), Zeit bis Beschleunigung/Verzögerung (Time to Acceleration/Deceleration),

Ruck (Jerk) und Ruckeln (Shuffle). Die Ansprechzeit ist die Zeitspanne zwischen dem Betätigen des Fahrpedals bis zum Erreichen einer definierten Beschleunigungsschwelle (Phase 1). Die Zeit bis zur Beschleunigung/Verzögerung entspricht der Zeit von der Betätigung des Fahrpedals bis zum Nulldurchgang der Beschleunigung (Phase 2). Der Ruck stellt den

gefilterten Gradienten der Fahrzeugbeschleunigung dar (Phase 3). Die Größe Ruckeln entspricht den gemittelten Amplitudenwerten einer Fahrzeuglängsschwingung (Phase 4). Zusätzlich beschreibt die Beschleunigungsaufbauzeit (Acceleration Build-up Time) die Effekte des Luftpfads auf den Beschleunigungsverlauf, zum Beispiel durch einen Turbolader.

chassis.tech ¹⁰ plus

10. Internationales Münchner Fahrwerk-Symposium
 25. und 26. Juni 2019 | München

FAHRDYNAMIK | Neue Innovationen und Methoden

AUTONOMES FAHREN | Herausforderungen an das Fahrwerk

DER KUNDE IM FOKUS | Fahrerlebnis und Fahrkomfort

ATZ live

Aktuelles Tagungsprogramm: www.ATZlive.de

- Pedaldosierbarkeit (EDT): Im Anfahrbereich hängt die erzielbare maximale Fahrzeugbeschleunigung von der Fahrpedalposition ab. Sie beschreibt, wie gut sich eine gewünschte Beschleunigung einstellen lässt. Der Algorithmus bestimmt die zu einer bestimmten Pedalposition gehörende maximale Beschleunigung. Eine Messreihe über verschiedene Pedalpositionen ergibt den charakteristischen Zusammenhang.
- Schaltablauf (TDT): Abhängig von der Schaltungsart (Zug-Schub-, Hoch-Rück-Schaltung sowie Stand- und Freilaufschaltungen) ergeben sich, je nach Getriebekonzept, unterschiedliche typische Beschleunigungsverläufe. Grundsätzlich besteht dabei ein Zielkonflikt zwischen Schaltzeit und Komfort beziehungsweise Sportlichkeit und Komfort, **BILD 3**. Algorithmisch werden anhand der Signalverläufe die unterschiedlichen Schaltarten erkannt und typische

fahrbarkeitsrelevante Kriterien wie Ruckeln, die Abweichung zu einem ideal-komfortablem Beschleunigungsverlauf und Spitze-Spitze-Werte der Beschleunigung, aber auch Drehzahlkriterien wie ein Überschießen oder die kumulierte Reibarbeit der Kupplungen ermittelt.

- Anfahren (TDT): Ähnlich wie bei den Schaltungen besteht beim Anfahren ein Zielkonflikt aus gutem Reaktionsverhalten und hohem Komfort. Auch dort werden physikalische Kriterien und Abweichungen zu ideal-typischen Verläufen von Drehzahlen und Beschleunigung berechnet. Gewisse Parallelen bestehen zwischen der Steuerung für das Anfahren über Nass- und Trockenkupplungen zur Ansteuerung von Wandlerüberbrückungskupplungen und Trennkupplungen von hybriden Antriebssträngen. Auch für diese und weitere Ereignisarten sind Bewertungsalgorithmen implementiert.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Inca-Flow Engine Driveability Toolbox (EDT) und die Transmission Driveability Toolbox (TDT) sind leistungsfähige Werkzeuge für eine effiziente Fahrzeugabstimmung. Der Vorteil ist, dass Applikationskriterien, die bisher subjektiv ermittelt wurden, durch objektiv gemessene Werte ersetzt werden. Das macht die Abstimmung einfacher, schneller und vergleichbarer. Damit erfüllt das System die immer wichtigere Anforderung, mit den wenigen Testfahrzeugen eine Vielzahl von Varianten und Baureihen in kurzer Zeit zu bearbeiten.



READ THE ENGLISH E-MAGAZINE

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

Driving tomorrow

www.borealisdrivingtomorrow.com



Lightweight



Aesthetics



Global expansion



BOREALIS

بروج

Borouge

