

Automotive Development in 1 : x

Angewandte Lehre und Forschung mit skalierten Fahrzeugmodellen

ERIC FRANZ M. SC., CHRISTOPH OLBRICH B. ENG., LENNART GRIMM B. ENG., PROF. DR.-ING. DIRK ENGEL – HAW Hamburg



Eric Franz M. Sc studierte im Master Fahrzeugbau und war im Anschluss wissenschaftlicher Mitarbeiter der HAW Hamburg. Heute ist er als Entwicklungsingenieur bei Porsche tätig.



Christoph Olbrich B. Eng. studiert Fahrzeugbau im Master und ist als wissenschaftliche Hilfskraft im Projekt „Trucks@AU-DEX“ tätig.

» Als Teil der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg ist es lange Tradition unseres Departements Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau (1896 als „Wagenbauschule Hamburg“ gegründet), eine praxisorientierte akademische Ausbildung anzubieten. Ziel ist, die Lehre so zu gestalten, dass Studierende – die Ingenieur*innen der Zukunft – für die Entwicklung der Mobilität der Zukunft ausgebildet werden.

Dies führt zu der Frage, wie der Spagat zwischen „klassischer“ Automobilentwicklung und den Anforderungen der Zukunft auch in dieser Ausbildung umgesetzt werden kann. Wie kann die Entwicklung nachhaltiger Funktionen in einem komplexen Gesamtfahrzeugsystem vermittelt werden?

An der Fakultät Technik und Informatik der HAW Hamburg wurde für die Ausbildung der Studierenden Mitte 2019 das Projekt AUDEx (Automotive Development in 1 : x) am Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau initiiert. Dieses Projekt dient als Werkzeug, das gemäß den genannten Veränderungen die Ausbildung verbessert und die Studierenden gleichzeitig mit den realen Entwicklungsprozessen der Industrie praktisch vertraut macht [1].

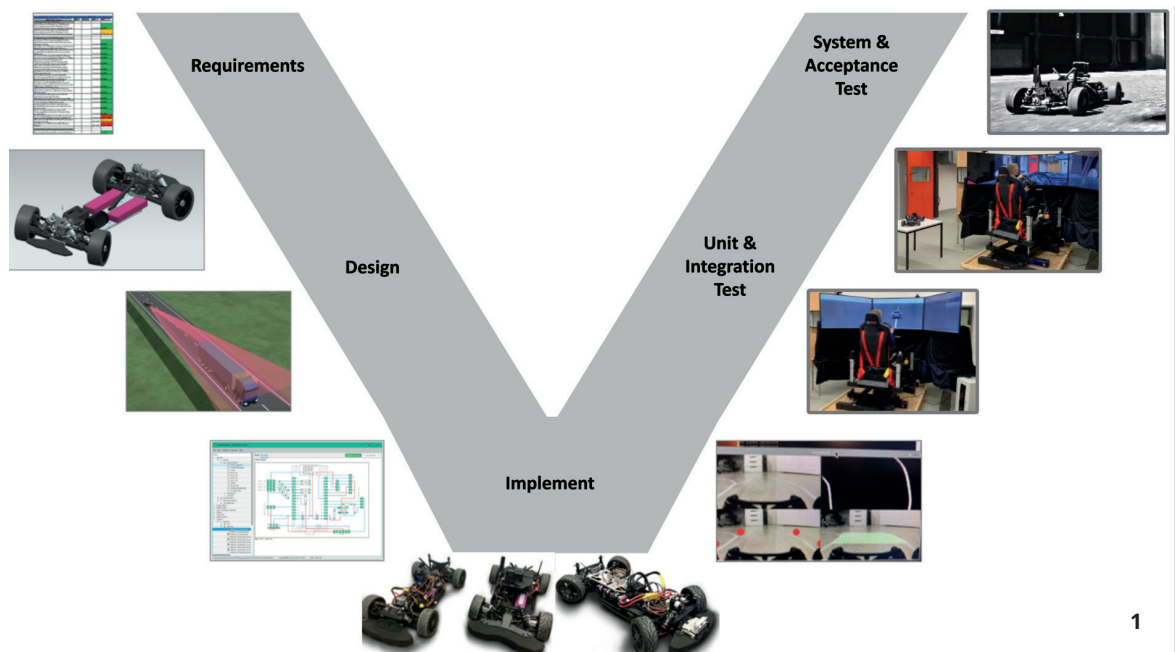
AUDEx ermöglicht es Studierenden, mit realitätsgetreuen, fernsteuerbaren RC-Fahr-

zeugen moderne Entwicklungsaufgaben zu bearbeiten und dabei die gängigen Werkzeuge der Industrie einzusetzen. Die Fahrzeuge sind durch ein modulares System mit Kameras, Mikrocontrollern und -computern sowie Sensorik und Aktorik für die unterschiedlichen Einsatzzwecke ausgerüstet, und können selbst komplexe Regelalgorithmen umsetzen. Dabei kann das Projekt AUDEx (**Bild 1**) im Sinne eines Entwicklungsprozesses als V-Modell verstanden werden, in dem alle Arbeiten vor dem Hintergrund einer Umsetzung und Erprobung in ein „reales“ Fahrzeug durchgeführt werden.

Die Grundkonzeption des AUDEx-Projekts erlaubt es allen Studierenden, sich nach eigenem Kenntnisstand und eigenen Interessen mit unterschiedlichen Themenschwerpunkten zu befassen und Wissen aufzubauen bzw. theoretisches Wissen in die Praxis umzusetzen und mit den „Herausforderungen der Praxis“ vertraut zu werden.

Entsprechend finden alle Ergebnisse von studentischen Arbeiten Eingang in eine Wissensdatenbank und stehen künftigen Studierenden zur Verfügung.

AUDEx in Lehre und angewandter Forschung. Anlass für AUDEx war der Anspruch, klassische Inhalte des Ingenieurwesens



1 AUDEx im Systementwicklungsprozess (V-Modell [2])

(Mathematik, Mechanik, Karosserie-, Fahrwerks- und Antriebsentwicklung) mit den Komponenten moderner Entwicklungsprozesse, wie der funktionalen Entwicklung mit Validierung und Verifikation, zu kombinieren. Um dem gerecht zu werden, stellte sich die Nutzung skaliertes RC-Modelle als sinnvolle Basis heraus.

Hochwertige RC-Fahrzeuge ermöglichen eine einfache sowie kostengünstige und dabei trotzdem realistische Fahrzeugentwicklung, da diese sowohl in den klassischen Bereichen Fahrwerk und Antrieb als auch im Bereich der Fahrleistung stark modifizierbar sind. Ein elektrisches RC-Fahrzeug bietet dabei Elektromobilität im skalierten Maßstab, wodurch Studierende Erfahrungen in der Entwicklung batteriebetriebener Fahrzeuge sammeln können. Darüber hinaus können die eigens entwickelten Prüfstände wie 4-Stempel-Anlagen oder Antriebsprüfstände in skaliertes Form verwendet werden, um einerseits die Fahrzeugentwicklung zu unterstützen und andererseits die Entwicklung und Ansteuerung von Prüfständen näher zu betrachten.

Die Arbeit mit einem skalierten Modell ermöglicht außerdem die Integration additiver Fertigungsprozesse in die Lehre und bietet die Möglichkeit, optimierte Bauteile zu entwickeln und zu fertigen.

Die Nutzung eines RC-Fahrzeugs mit Fernsteuerung bietet ferner Potenzial für die praktische Anwendung und Entwicklung von hochautomatisiertem und autonomem Fahren. Daher kann AUDEx als Technologieplattform für die Durchführung interdisziplinärer Entwicklungsprojekte von Big Data über Sensordatenfusion bis zur funktionalen Entwicklung inklusive Verifikation und Validierung innerhalb unserer Fakultät wie auch der gesamten HAW und bei interessierten Industriepartnern verstanden werden.

Das Projekt AUDEx bietet zusätzlich aber auch die Möglichkeit, angewandte Forschung zu betreiben. Ein Beispiel ist das Förderprojekt „Call4Transfer“, eine Fördermaßnahme der Behörde für Wissenschaft, Forschung, Gleichstellung und Bildung (BWFGB) der Freien und Hansestadt Hamburg (Fördernummer: C4T605), in dem zusammen mit zwei industriellen Partnern skalierte Nutzfahrzeugmodelle aufgebaut wurden und Fragestellungen der Skalierbarkeit der Fahrzeugeigenschaften sowie des Flottenmanagements bearbeitet werden. Mit der Einbindung der Nutzfahrzeugmodelle wird zusätzlich die Möglichkeit einer Mischverkehr-Umgebung geschaffen, in der komplexere Interaktionen zwischen unterschiedlichen Fahrzeuggruppen betrachtet werden können.

Technische Beschreibung AUDEx. Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über die Fahrzeugflotte und das Bewegungssystem gegeben. Für eine detaillierte technische Beschreibung der Komponenten und Bestandteile des AUDEx-Projekts wird auf [3] verwiesen.

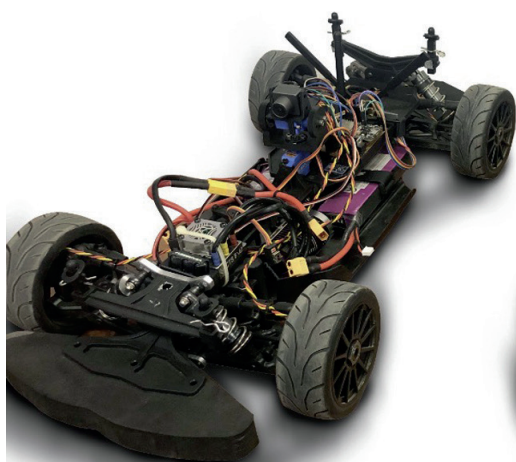
Aktuell stehen in dem Projekt vier RC-Pkw-Fahrzeuge im Maßstab 1 : 8 zur Verfügung, an denen verschiedene Aufgaben wie z. B. die Nutzung als First-Person-View-(FPV-)Fahrzeug, die Integration einer Hinterachslenkung (**Bild 2**) oder die Entwicklung



Lennart Grimm B. Eng. studiert Fahrzeugbau im Master und unterstützt als wissenschaftliche Hilfskraft das Projekt AUDEx.



Prof. Dr.-Ing. Dirk Engel ist Professor für mechatronische System in der Fahrwerktechnik.



2 Die AUDEx-Flotte: AUDEx 1.0 (unten links), AUDEx 2.0 (unten rechts), AUDEx mit ACC und Hinterachslenkung (oben)

2

3 AUDEx – Autonomous Pilot mit 3-D-Tiefenkamera (links) und Beispiel Umfeldererkennung (rechts)



4 AUDEx-Nutzfahrzeugmodelle



5 AUDEx – Real-World-Setup: Fahren mit Race Pilot und Triple-Screen-Setup (links) oder HMD (rechts)

von autonomen Fahrfunktionen mit Umfeldererkennung (Verkehrszeichen- und Linienerkennung **[Bild 3]**) umgesetzt werden können. Ferner sind zwei RC-Lkw-Fahrzeuge (Maßstab 1 : 14) aus dem C4T-Vorhaben einschließlich eines Sattelauflegers im gleichen Maßstab verfügbar **(Bild 4)**.

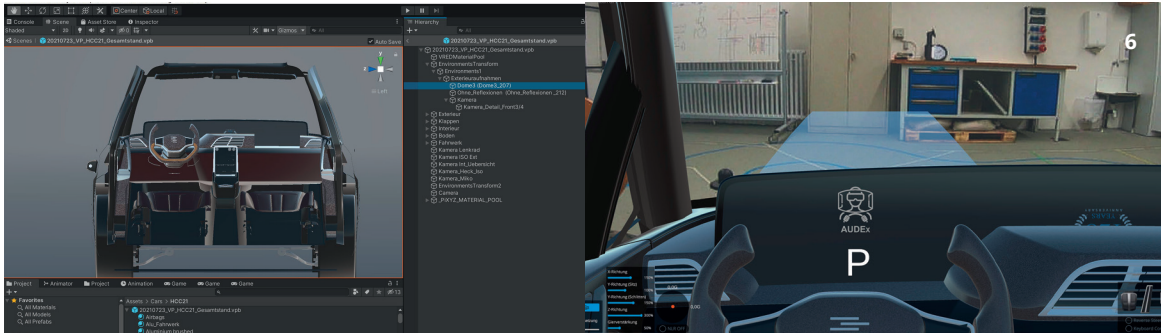
Zur realistischeren Abbildung des Fahrerlebnisses sind die Fahrzeuge in ein variables Simulatorkonzept mit Schwerpunkt auf einem immersiven Driver-in-the-Loop-(DiL-) Setup einbindbar.

Die allgemeine Eingabe erfolgt über ein Thrustmaster®-T500-RS-Lenkrad, das auch für haptisches Feedback genutzt wird, und Thrustmaster®-Pedale. Für das visuelle Feedback können die Bedienenden zwischen einem Triple-Screen-Setup mit 55"-Displays oder als Head-Mounted Display (HMD) das VR-Headset HTC® Vive Pro wählen.

Für weiteres haptisches Feedback sitzt die Fahrer*in in einem 8-DOF-Bewegungssystem, bestehend aus Komponenten von Next Level Racing® und PROSIMU®. Die Bewegungsplattform Next Level Racing® Traction Plus ermöglicht es, mit einem 2-Schienen-System mit ca. 300 mm Verfahrweg in Querrichtung laterale Bewegung und Gieren abzubilden. Mit der Bewegungsplattform Next Level Racing® Motion V3 lassen sich durch die Sitzbewegung Nick- und Wankbewegungen darstellen.

Für das vertikale Beschleunigungsfeedback sind vier PROSIMU® PRS200™ in der Lage, das gesamte Cockpit um 100 mm anzuheben, um Fahrbahnunebenheiten, Steigungen der Strecke und Fahrzeugeigenschaften wie z. B. Rollen, Nicken und Vibrationen zu simulieren.





6 AUDEX – HCC21: Einbindung in Unity (links) sowie resultierende Visualisierung (Overlay VR und reales Kamerabild, rechts)

7 AUDEX – virtuelles Setup

Einen Überblick über die derzeitige Systemimplementierung für Real World Driving mit Race Pilot, DiL und FPV-Setup gibt **Bild 5**.

In diesem Setup konnte auch eine Mixed-Reality-Darstellung des Hamburg Concept Car 21 (HCC21 [4]) verwirklicht werden, in dem die aufbereiteten CAD-Daten des HCC21-Projekts in Unity mit dem realen Kamerabild überlagert werden. Dies ermöglicht, einen Eindruck des Innenraumempfindens in einem bewegten Umfeld zu gewinnen (**Bild 6**).

Darüber hinaus kann die Bewegungsplattform mit CAE-Tools wie IPG CarMaker kombiniert werden. Auf diese Weise verfügt AUDEX über ein Virtual-World-Setup und kann als „normaler“ Fahrsimulator verwendet werden (**Bild 7**).

Fazit und Ausblick. Das Projekt AUDEX startete Ende 2019 und ist seitdem trotz der negativen Auswirkungen der Coronapandemie stetig gewachsen. Die Studierenden, die bisher an diesem Projekt gearbeitet haben, haben sehr positives Feedback gegeben und ihre studentischen Projekte mit großer Begeisterung umgesetzt. Auch die Industriepartner sind stark interessiert und geben ausgesprochen positive Rückmeldungen zum Projekt.

Aus diesem Grund wollen wir den aktuellen Stand weiter verbessern und die unzähligen Ideen und Möglichkeiten, die diese Einrichtung in der Lehre und der angewandten

Forschung eröffnet, umsetzen, insbesondere in der Zusammenarbeit mit verschiedenen Fakultäten und Institutionen, die sich mit den Aspekten der zukünftigen Mobilität beschäftigen. <<

Literatur

- [1] Gottburgsen, Anja; Wannemacher, Klaus; Wernz, Jonas; Willige, Janka: *Ingenieurausbildung für die digitale Transformation. Zukunft durch Veränderung*. VDI-Studie, April 2019. O. O.: VDI, 2019. Internet: <https://www.ft-informatik.de/pdf/FTIV-1901-A-02m-VDI-Studie-Ingenieurausbildung-Digitale-Transformation.pdf> [Zugriff: 19.07.2022]
- [2] VDI/VDE 2206:2021-11. *Entwicklung mechatronischer und cyber-physischer Systeme*
- [3] Franz, Eric; Engel, Dirk: *AUDEX – Automotive development in 1 : x – Angewandte Lehre und Forschung mit skalierten Fahrzeugmodellen*. In: Reifen – Fahrwerk – Fahrbahn. Im Spannungsfeld von Sicherheit und Umwelt. Düsseldorf: VDI Verlag, 2022 (VDI-Berichte 2398), S. 139–155
- [4] Adamski, Dirk; Friedhoff, Jan: *Hamburg Concept Car 21. Ein Gesamtfahrzeug als Lehrkonzept*. In: MOBILES 42 (2019), S. 34–35

