

Vertrauen wir der unsichtbaren Assistenz? *Do We Trust the Invisible Assistant?*

Im Projekt MueGen Driving haben Arno Eichberger und Cornelia Lex vom TU Graz-Institut für Fahrzeugtechnik geschlechter- und altersspezifische Unterschiede in Bezug auf das Vertrauen untersucht, das Fahrerassistenzsystemen entgegengebracht wird. Mit interessanten Ergebnissen.

„Es ist ein bisschen pauschal, aber wir wissen, dass junge Männer öfter an Unfällen beteiligt sind als ältere Frauen“, sagt Arno Eichberger. Was hier tatsächlich verallgemeinernd klingt, haben Eichberger und Kollegin Cornelia Lex vom TU Graz-Institut für Fahrzeugtechnik aus tatsächlichen Unfallstatistiken herausgelesen und auf dieser Basis das Projekt MueGen Driving gestartet. Sowohl Arno Eichberger als auch Cornelia Lex beschäftigen sich in ihrer Arbeit eingehend mit Fahrerassistenzsystemen, die der Person hinterm Steuer eines Fahrzeugs entweder lästige oder monotone Aufgaben abnehmen oder in Notsituationen eingreifen können und Schlimmeres verhindern. „Wenn die Unfallursache nun also von Alter und Geschlecht abhängt, dann muss man auch die Assistenzsysteme in Fahrzeugen anders reagieren lassen.“

In the MueGen Driving project, Arno Eichberger and Cornelia Lex from the Institute of Automotive Engineering at TU Graz studied how gender and age influence our trust in driver assistance systems. Their results are enlightening.

“Although this is a bit of a sweeping statement, we know that young men are more likely to be involved in accidents than women of advanced age,” explains Arno Eichberger. It may sound here like a sweeping statement, but finding it to be corroborated by actual accident statistics Eichberger and colleague Cornelia Lex from TU Graz’s Institute of Automotive Engineering decided to start the MueGen Driving project. In their work, both Arno Eichberger and Cornelia Lex intensively investigate driver assistance systems that either relieve the person behind the steering wheel of a vehicle of bothersome/monotonous tasks or are ready to intervene in emergency situations and prevent dramatically worse outcomes. “If the cause of the accident really is influenced by the driver’s age and gender, the assistance systems in the vehicles must also be capable of reacting differently. The purpose of this differentiated approach

Nämlich so, dass sich der oder die Fahrende maximal wohlfühlt und deren Fahrverhalten akzeptiert“, erklärt Eichberger seinen ursprünglichen Forschungsansatz.

Mensch-Maschine-Interaktion

Auch wenn ein Fahrerassistenzsystem den Fahrenden bzw. die Fahrende auf der Straße unterstützt, ist es noch immer der Mensch selbst, der das Fahrzeug steuert. Cornelia Lex ergänzt: „Es tritt das gesamte Spektrum menschlichen Verhaltens auf. Deshalb ist es auch wichtig, dass die Fahrerassistenzsysteme den Menschen nicht überfordern und persönliche Verhaltensweisen berücksichtigt werden.“ Damit diese Wechselwirkung zwischen Mensch und Fahrerassistenzsystem optimal funktioniert und das System seine Aufgaben bestmöglich erfüllen kann, muss der Mensch hinterm Steuer Vertrauen in das System aufbauen. Als Beispiel: Mit dem System „Adaptive Abstandsregelung“ wählt das Auto automatisch das passende Tempo, um Abstand zum vorderen Fahrzeug zu halten. Ob dieser Abstand vom Fahrenden bzw. von der Fahrenden aber als groß genug empfunden wird und ob das Fahrzeug zum richtigen Zeitpunkt bremst, ist subjektive Wahrnehmung. Und die wirkt sich wieder stark auf das Vertrauen in das System aus.

MueGen Driving

Von diesem Ausgangspunkt aus wurde im von der Ausschreibungsschiene FEMtech der FFG unterstützten Projekt MueGen Driving untersucht, wie die unterschiedlichen Fahrzeuglenkerinnen und -lenker die Assistenzsysteme unterschiedlich nutzen und ob, wie sehr und wann sie ihnen vertrauen. Herangezogen wurden dafür eben die bereits erwähnten Parameter Alter, Geschlecht und Fahraktivität. „Natürlich hätten wir noch mehr Parameter miteinbeziehen können. Aber dann hätten wir eine sehr große Masse an Versuchspersonen gebraucht, um da etwas herauslesen zu können“, erklärt Eichberger. Unterstützt wurde das Projekt von Anfang an maßgeblich von Human-Factors-Expertin Ioana Koglbauer vom Institut für Mechanik, einer Psychologin, die sich auf die Mensch-Maschine-Interaktion spezialisiert hat. Für sie ist es in der Forschung essenziell geworden, vor allem Usability-Tests mit repräsentativen Nutzer/innengruppen durchzuführen: „Wissen über die wahrgenommenen Vor- und Nachteile bei der Anwendung von Technologien von allen relevanten Kund/innengruppen ist essenziell.“

Untersucht wurde anhand zweier Assistenzsysteme: dem sicherheitsrelevanten automatisierten Notbremsassistenten und der komfortbildenden adaptiven Abstandsregelung. „Wir wollten bewusst mit einfachen Systemen beginnen, da es die schon serienmäßig in Fahrzeugen gibt“, sagt >

must be to ensure that the driver feels at ease and accepts the system's driving behaviour,” says Eichberger about his original research idea.

Man-machine interaction

Even though a driver assistance system supports the driver on the road, the ultimate control of the vehicle still lies with the human driver. Cornelia Lex adds: “We are dealing with the entire range of human behaviour here. This is why it is important that driver assistance systems do not stress out the human driver and take into account personal modes of behaviour.” The human driver's trust is crucial for an optimal interaction between the human driver and the driver assistance systems, and for an optimal task execution by the system. For example, with the “adaptive cruise control system (ACC)” the car automatically selects the appropriate speed to keep a safe distance to the vehicle in front. But the driver's judgement whether this distance is big enough, and whether the vehicle puts on the brakes at the right time, is a subjective perception which in turn strongly affects the trust in the system.

MueGen Driving

Starting with this premise, the MueGen Driving project, subsidised through the FEMtech tendering channel of the Austrian Research Promotion Agency (FFG), investigated how drivers use the assistance systems differently and whether, up to which point and when they trust them. The basic parameters contemplated by the study were age, gender and driving activity. “Of course we could have looked at more parameters, but then we would have needed a very high number of test persons to come up with meaningful results,” comments Eichberger. From the very beginning, the project was competently supported by human factors expert Ioana Koglbauer from the Institute of Mechanics, a psychologist specialised in the interaction between man and machine. In her line of research it has become established practice to carry out usability tests with representative user groups: “It is imperative >

Abbildung 1:
Im Projekt MueGen Driving wurde einerseits ein Notbremsassistent und die adaptive Abstandsregelung untersucht.

Figure 1:
In the MueGen Driving project a Automated Emergency Braking System and a adaptive cruise control system were tested.



© Branko Rogic – FFG – TU Graz

Abbildung 2:
Die Untersuchungen fanden sowohl im Realverkehr als auch im Fahrsimulator statt.

Figure 2:
Research was done in a real environment as well as in a driving simulator.



Eichberger. Methodisch wurde anfänglich mit einer Beobachtung der Personen im realen Umfeld gearbeitet. Proband/innen wurden mit einem Serienfahrzeug, das die Systeme bereits anbietet – einem adaptierten Audi A6 – direkt auf die Straße geschickt. „Natürlich muss man so etwas systematisch machen. Es hat keinen Vergleichswert und keine Aussagekraft, Personen einfach herumfahren zu lassen“, sagt Eichberger. „Wir haben auf andere Versuche mit den Assistenzsystemen zurückgegriffen und aus dem Lastenheft typische Fahrmanöver herausgenommen, die Proband/innen diese durchführen lassen und dann bewertet.“ Bewertet wurde einerseits anhand eines Fragebogens, den die Proband/innen beantworteten, andererseits wurden Objektivdaten aus verschiedensten Messungen zu Geschwindigkeit, Beschleunigung und Ähnlichem analysiert. „Wir haben zum Beispiel gefragt, wie die Testperson subjektiv den Abstand zum vorderen Fahrzeug einschätzt, und es dann mit den objektiven Daten verglichen“, erklärt Eichberger.

Alle Sinne täuschen

Für den zweiten Abschnitt des Forschungsprojekts musste erst etwas Neues entwickelt werden: Will man den Versuch mit einem wesentlich größeren Testpersonenkreis durchführen, ist das im Realversuch zeitlich aufwendig, risikoreich und kostet viel. Also entwickelte man über eineinhalb Jahre einen eigenen Fahrsimulator an der TU Graz, um den Versuch mit einem größeren Proband/innenkreis unter den gleichen Bedingungen durchführen zu können. „An und für sich wäre so ein Simulator auch fix und fertig zu kaufen gewesen, aber das war uns zu fad und bietet dann auch nicht die Möglichkeiten, spezifisch für weitere Forschungsprojekte Erweiterungen einzubauen“, schmunzelt Eichberger. Für den Simulator wurde ein Mini Countryman umgebaut, in eine komplett abgedunkelte und schallisolierte Kiste integriert und mit Bildschirmen an allen Scheiben versehen, die nun die Simulation der Straße zeigen. Als Weltneuheit wurde gemeinsam mit der Fraunhofer AG die autostereoskopische Visualisierung entwickelt, also eine 3D-Visualisierung, die ohne eigene Brille funktioniert. Eingesetzt konnte die Visualisierung bisher aber nur selten werden: „Wir haben leider sehr viel Simulatorkrankheit produziert, weil bei diesem ersten

to gain knowledge about the perceived advantages and disadvantages of the application of technologies by all relevant customer groups.“

The study focused on two assistance systems: the safety-relevant Automated Emergency Braking System and the comfort-enhancing adaptive cruise control system. “It was our specific intention to start with simple systems that are already available as standard features in vehicles,” says Eichberger.

The investigative approach started with an observation of the test persons in a real environment. The participants were asked to drive a series vehicle equipped with these systems – an adapted Audi A6 – on the road. “Of course you have to do this systematically. There is no comparative value or meaning in having people drive around just like that,” says Eichberger. “Therefore, we looked for other tests with the assistance systems and selected typical driving manoeuvres from the specifications, told the test persons to carry these out and then proceeded with the evaluation.” The input for this evaluation came firstly from a questionnaire presented to the test persons, and secondly from objective measured data such as speed, acceleration and similar. “For example we asked the test persons to objectively assess the distance to the car in front, then we compared their statement with the objective data,” Eichberger adds.

All senses deceived

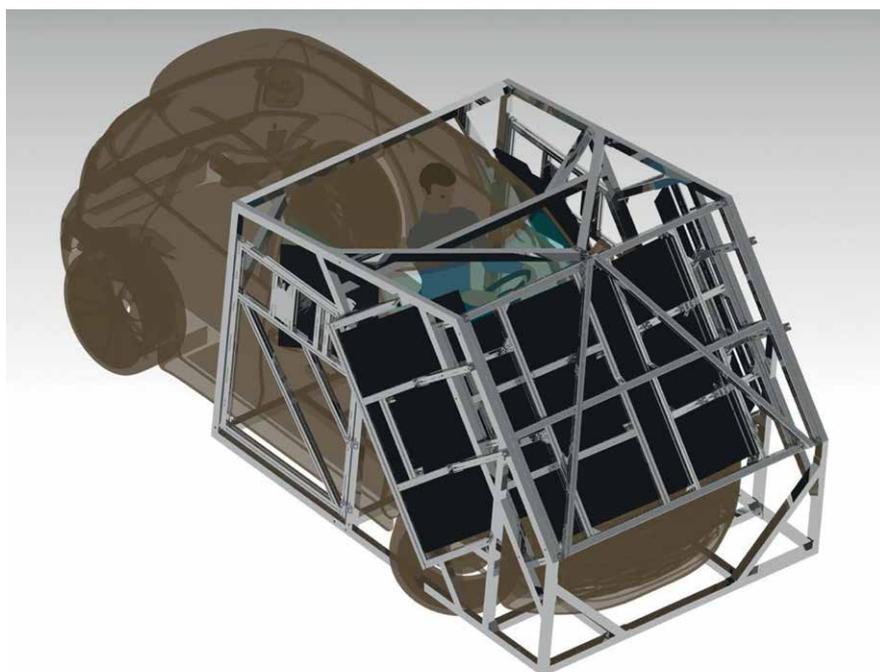
The second part of the research project called for a new development. If the test involves a much larger group of test persons, a real-life test is a time-consuming, risky and costly exercise. Therefore, the researchers decided to develop their own driving simulator at TU Graz – a task that took them one and a half years – to be able to carry out the experiment with a larger set of test persons under always identical conditions. “It is not that such a simulator is not available off the shelf but we thought this would have been too boring, and of course if you choose this shortcut you cannot install extensions specifically for additional research projects later,” Eichberger grins. For the simulator they converted a Mini Countryman, integrated it in a completely darkened and acoustically insulated box, and fitted monitors showing the simulated road on all windows. As a world first, they developed the autostereoscopic visualisation – a 3D visualisation that works without requiring specific 3D glasses – in cooperation with Fraunhofer AG. However, they could not use the visualisation much so far. “Unfortunately, not all boundary conditions were optimal during this first test, and so we produced a lot of simulator sickness. Nevertheless, I definitely want to continue working on this in future. However, for the study we ultimately resorted to 2D simulations.”

Versuch nicht alle Randbedingungen optimal waren. Aber ich möchte daran in Zukunft unbedingt noch weiterentwickeln. In der Studie haben wir dann mit 2D-Simulationen gearbeitet.“ Der perfekte Sound und die Fahrdynamik, die die Simulation noch viel realistischer machen, kamen von der AVL. „Wir müssen alle Sinne des Menschen täuschen, damit die Ergebnisse auf die Realität umlegbar sind“, erklärt Eichberger den Aufwand. Deshalb gibt es – wie bei realen Straßenverhältnissen – sogar vom Lenkrad Feedback, aufwendig entwickelt vom Kooperationspartner Steer-by-Wire Technology und ausgelegt für einen späteren Einsatz in einem Fahrzeugprototyp. „Uns war ja auch sehr wichtig herauszufinden, wie die Person hinterm Steuer auf veränderte Straßenbedingungen reagiert.“

Über Medienaufrufe und gezielte Öffentlichkeitsarbeit konnte eine Testpersonenkarrei von 96 Personen angelegt werden, die an der Studie teilnahmen. „Die jüngste Testperson war 18 Jahre alt, die älteste so um die 86 Jahre“, erzählt Cornelia Lex. Diese Proband/innen fuhren am Simulator dann die gleichen Manöver wie zuvor die Testpersonen im Realverkehr. Und brachten interessante Ergebnisse hervor. „Es gibt tatsächlich statistisch signifikante geschlechts- und altersspezifische Unterschiede, die man nun für die weitere Entwicklung von Assistenzsystemen verwenden kann“, freut sich Eichberger. Konkret lässt sich sagen: Das subjektive Vertrauen in die adaptive Abstandsregelung ist bei Männern und Frauen in der Altersklasse 20 bis 29 Jahren ähnlich hoch. Je älter die Proband/innen, desto weniger vertrauen Frauen und desto mehr vertrauen Männer. Erst in der Altersklasse 50 bis 59 Jahren haben die Frauen sehr großes Vertrauen in dieses Assistenzsystem, Männer aber weniger. >

The perfect sound and driving dynamics that make the simulation that much more realistic were provided by AVL. “We have to deceive every human sense to make the results translatable to reality,” says Eichberger to justify this immense task. This is why even the steering wheel provides feedback – as if you were driving on a real road. Cooperation partner Steer-by-Wire Technology was in charge of the time-consuming development of the feedback mechanism, which they designed for future use in a vehicle prototype. “It was very important for us to find out how the person holding the steering wheel responds to a change in the road conditions.”

After announcements in the media and targeted public relations work, 96 test persons were selected for participation in the study. “Our youngest test person was 18 years old, our oldest at around 86.” Cornelia Lex tells us. These test persons executed the very same manoeuvres on the simulator that the test persons had previously performed in real traffic. The results were enlightening. “There really are statistically significant gender and age-specific differences that can now serve as input for the further development of the assistance systems,” Eichberger announces. The concrete results indicate that the subjective trust in automatic cruise control is comparable in men and women in the 20-29 age bracket. With increasing age of the test persons, in women the trust level goes down while in men it goes up. It is only in the 50-59 age bracket that women start to have a high level of trust in this assistance system, but men less so. In the over-60 age bracket, the differences in trust between men and women tend to disappear, but in any case are higher than in young participants. The driving speed with the adaptive cruise control system >



© FIG – TU Graz

Abbildung 3:
Eine Skizze des an der TU Graz entwickelten Fahrsimulators.

Figure 3:
The driving simulator which was developed at TU Graz.





Abbildung 4:
Die Innenansicht des Testfahrzeugs.
Figure 4:
A research vehicle from interior view.

In der Klasse 60 plus wiederum ist das Vertrauen wieder ähnlich, aber höher als bei den jüngeren Studienteilnehmenden. Die Fahrgeschwindigkeit bei der adaptiven Abstandsregelung wird signifikant vom Straßenzustand und vom Alter der Fahrerin oder des Fahrers beeinflusst. So bevorzugen die Proband/innen der Altersgruppe 60 plus eine signifikant niedrigere Geschwindigkeit als jüngere Personen. Frauen aller Altersklassen vertrauen subjektiv dem automatisierten Notbremsassistenten weniger als Männer. Auch der Komfort des Assistenten wird von Frauen als geringer eingeschätzt als von Männern.

„Aus meiner Sicht liegt aber der größte Unterschied in der Bewertung des ‚Arbeitsplatzes‘ – wie die Informationen dargeboten werden und welche Bedienmöglichkeiten es gibt“, erzählt Eichberger. Männer spreche die Ausführung der getesteten Serienfahrzeuge mit ihren vielen Anzeigeelementen eher an als Frauen.

Zukunftsmusik

„Eine Möglichkeit wäre es nun, Assistenzsysteme anders reagieren zu lassen, wenn sie erkennen, dass ein Mann oder eine Frau, eine ältere oder jüngere Person am Steuer sitzt“, blickt Eichberger in die zukünftige Anwendung der Forschungsergebnisse. Und ergänzt: „Wenn das Vertrauen höher ist, dann steigt auch die Akzeptanz und die Zufriedenheit, und damit natürlich auch die Sicherheit.“ Derzeit arbeiten alle Beteiligten bereits an Nachfolgeprojekten, die sich noch intensiver mit der Thematik auseinandersetzen.

Text: Birgit Baustädter ■

is significantly influenced by the road condition and the driver's age. Test persons aged 60 and above prefer a significantly lower speed than younger persons. Women of all age groups subjectively trust the Automated Emergency Braking System less than men. Also, women rate the comfort of the assistant lower than men.

“But in my opinion the biggest difference is to be found in how the test persons rate the ‘workplace’ – how information is presented and which operating options are offered,” comments Eichberger. Men respond more favourably than women to the abundance of display features that are characteristic of design of the tested series vehicles.

A glimpse of the future

“It would be possible to make assistance systems react differently, depending on whether the person behind the wheel is a man, a woman, an older or a younger person,” Eichberger says looking ahead to future applications of the research results. He adds: “A higher level of trust will also push up the acceptance and satisfaction ratings, which will automatically benefit safety.” All participants in the research project are already working on follow-up projects that study the subject in even greater depth.

Text: Birgit Baustädter ■

Abbildung 5:
Die Arbeitsgruppe Fahrerassistenz, Fahrdynamik und Fahrwerk am Institut für Fahrzeugtechnik hat den Simulator vollständig in Eigenregie entwickelt.

Figure 5:
The work group Driver Assistance, Vehicle Dynamics and Suspension at the Institute of Automotive Engineering developed the simulator single-handedly.



© FTG – TU Graz