

Link

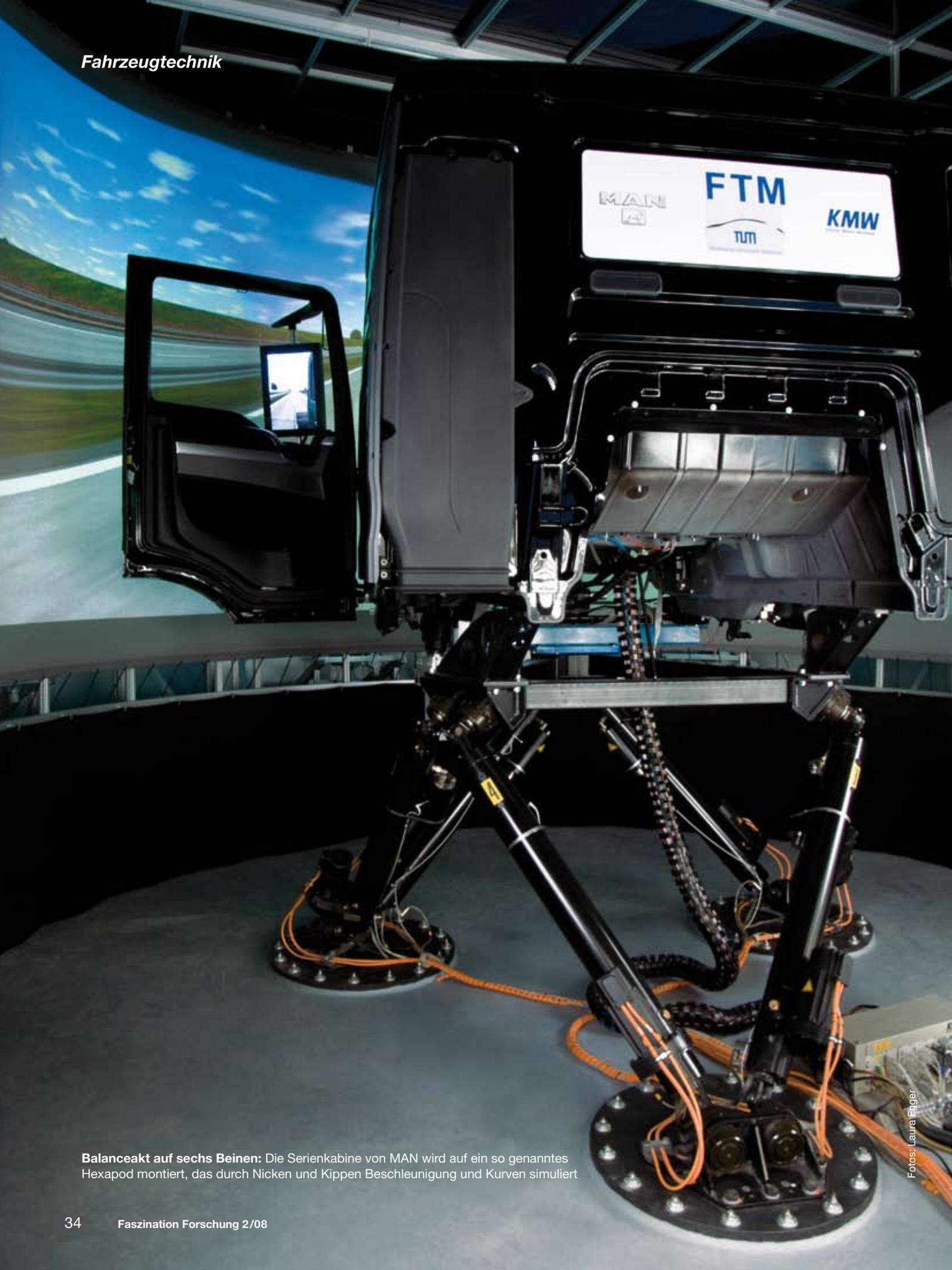
www.fahrzeugtechnik-muenchen.de

Landstraße auf Leinwand: Ein Blick links vorbei an der Fahrerkabine auf die 210 Grad umfassende, runde Projektionsfläche. Links unten ist einer der fünf Projektoren sichtbar, die den lebendigen Eindruck auf der Projektionsfläche erzeugen

A large truck simulator is shown from a low angle, looking up at the cab. The simulator is dark-colored with a large, multi-screen display on the front. The display shows a bright, sunny day with a clear blue sky, green grass, and a road with white dashed lines. The simulator's mechanical components, including the steering wheel and pedals, are visible in the foreground. The overall scene is brightly lit, suggesting an indoor simulation environment.

Ein Brummi aus acht Bildschirmen

Die TUM hat einen Lkw-Simulator entwickelt, mit dem Forscher das Verhalten von Menschen am Steuer beobachten können. Im Kern steht die Frage: Kann neue Technik im Nutzfahrzeug dem Fahrer helfen – oder lenkt sie ihn vom Verkehr ab?



Balanceakt auf sechs Beinen: Die Serienkabine von MAN wird auf ein so genanntes Hexapod montiert, das durch Nicken und Kippen Beschleunigung und Kurven simuliert

Fotos: Laura Egger



Im Fahrerhaus wirkt alles wie aus einem Guss, um den Testfahrer in die Simulation eintauchen zu lassen. Die Rückspiegel sind handelsübliche Flachbildschirme



Auch eine Stadt ist in der Simulation enthalten. Bald soll sie von Bewohnern nur so wimmeln, auch, um die Testfahrer größerem Druck auszusetzen



Foto: Laura Egner

Rush hour in Simulationen? Auch das beste Programm hat mal verstopfte Straßen. Denn hier lässt sich am Besten die Beherrschung des Fahrzeugs in schwierigen Situationen üben. Bewundern wir also den Berufsverkehr, der mit viel Liebe zum Detail digitalisiert wurde.

Der Fahrersitz vibriert, als die Zündung des Lkws den Motor auf Touren bringt. Die Innenstadtstraße ist eng, die Rückspiegel zeigen den kleinen Spielraum. Links unten saust ein Audi vorbei. Gang rein und Gas geben: Die Kabine schwankt unter dem Zug der Maschine. Plötzlich drängelt sich ein silberner Pkw vor der Haube in die Spur: Das war knapp!

Glücklicherweise nur eine Simulation, wenngleich eine sehr realistische. Der Motor: nicht mehr als eine kräftige Soundanlage. Die Beschleunigung: nur das sanfte Nicken des Fahrerhauses, das auf sechs elektrisch bewegliche Aktuatoren, einer Art Stelzen, montiert ist. Und die Innenstadtumgebung? Von acht Bildschirmen und Projektoren erzeugt, die von drei Seiten um eine detailgetreue Kabine eines MAN-Lasters montiert sind. Dieser Simulator ist ein Wunderwerk moderner Technik, verpackt unter einer riesigen blauen Halbkugel in den Laborhallen des TUM-Geländes in Garching.

Der Fahrsimulator, den der Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik München (FTM) in jahrelanger Zusammenarbeit mit MAN Nutzfahrzeuge und Krauss-Maffei Wegmann entwickelt hat, ist eine offensichtlich fruchtbare Kooperation: Die Anlage hat die Größe eines Reihenhauses, unzählige Kabel fließen wie Adern in und um den Simulator-Aufbau, und auch die Rechnerstafette am Eingang wächst immer weiter.

„Unser Simulator ist täglich für Forschung und Entwicklung im Einsatz“, sagt Holger Mohra, und es schwingt ein bisschen Stolz in seiner Stimme mit. Der Diplomingenieur der TUM ist so etwas wie der Adoptivvater des FTM-Fahrzeugsimulators. Seine Vorgänger haben bis 2004 an der Entwicklung des halb virtuellen, halb

realen Brummis gearbeitet. Denn die Kabine ist ein Serienmodell, und alle Teile bis zu den elektronischen Steuergeräten sind Originaltechnik der Industriepartner. Ab der Fahrerhauslagerung sowie den Bedienelementen im Fahrzeuginnenraum, wie beispielsweise Fußpedale, Lenkrad und Gangschaltung, übernehmen Elektromotoren und Computer die Funktionen – und gaukeln so dem Probanden einen kompletten Lastkraftwagen im Einsatz vor.

Wie Bedienung intuitiv wird

Holger Mohra kennt jedes Detail, jede Einstellung des Gerätes. Eine Überlandfahrt oder lieber doch den Großstadtdschungel? Für den 29-Jährigen ist beides nur wenige Mausklicks entfernt. Schon weichen die Häuserfronten einer Landstraße; am Horizont erkennt man ein kleines Wäldchen. Nach links geht es nach „Neustadt“; detailgetreue gelbe Bundesstraßenschilder weisen den Weg durch die virtuelle Welt.

Holger Mohra braucht keine Schilder, um sich dort zu orientieren. Der Doktorand betreut zusammen mit zwei Kollegen alle Forschungsprojekte, für die die Anlage eingesetzt wird. Etwa die Erforschung von Mensch-Maschine-Schnittstellen: „Wir wollen wissen, wie Fahrer mit neuen Bedien- und Anzeige-Elementen zurechtkommen.“ Lässt sich der Bordcomputer intuitiv benutzen? Oder fordert er dem Fahrer so viel Aufmerksamkeit ab, dass dieser sich nicht mehr auf den Straßenverkehr konzentrieren kann? Dabei muss alles bis ins Detail stimmig sein, denn die neuen Elemente sollen sich so unauffällig wie möglich in die Serienausstattung einpassen.

Anders läuft es bei Tests von aktiven Sicherheitssysteme-



Ganz rechts noch einmal gut zu sehen: Der FTM-Fahrsimulator nutzt normale LCD-Flachbildschirme für die Rückspiegel des Digi-Trucks, so wie sie jeder Computerbenutzer eines modernen Gerätes kennt

men. Hier bemerken Probanden recht schnell, warum sie im Simulator sitzen, denn die Maschine greift bisweilen in die Fahrweise ein und denkt mit. „Ein Fahrzeug könnte bei schlechter Sicht per Sensorik feststellen, wenn ein Auto auf der Strecke vor uns steht und dann automatisch bremsen“, erklärt Holger Mohra ein Versuchsszenario. „Die Frage für uns ist nun: Wie erkläre ich das dem Fahrer? Wann informiere ich ihn über die Notbremsung, ohne ihn zu verstören?“

Kann man Stress-Verhalten vorhersagen?

Im Simulator können Forscher und Industriepartner also allerlei Situationen nachstellen und neue Systeme ausprobieren, ohne den Straßenverkehr nördlich von München unnötig aufzumischen. Das ist besonders dann von Nutzen, wenn die Forscher ihren Blick auf den Menschen hinterm Steuer richten wollen, ihn überraschenden und unerwarteten Situationen aussetzen. „Stressoren“, so nennt Mohra Ereignisse und Elemente in der Simulation, die die routinierten Fahrer fordern sollen. An der Schnittstelle zwischen Ingenieurwissenschaft und Psychologie erforscht das Team Verhaltens- und Fahrweisen von Menschen unter unterschiedlichen Belastungen. Per Befragung während der Fahrt und mit unauffällig angebrachten Kameras werten die Wissenschaftler die Reaktionen der Testpersonen aus – eine große Hilfe, wenn es um Ideen für intelligente Assistenzsysteme geht.

Apropos Testpersonen: Nicht jeder darf sich verhaltenspsychologischen Herausforderungen im Lkw stellen. Mohra erzählt von den Anfängen: „Wir haben Ergebnisse von Simulatorfahrten von Studenten und echten Lkw-Fahrern verglichen und festgestellt: Studis und ▶

Der FTM-Fahrsimulator in Zahlen und Fakten

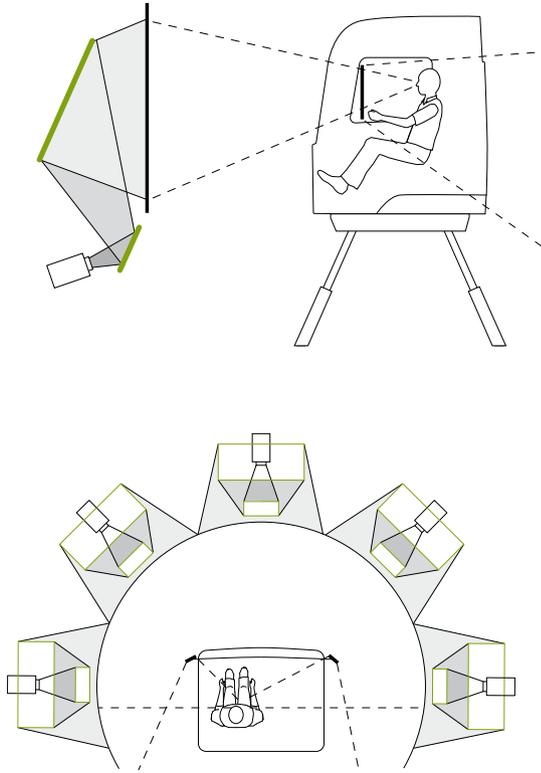
Unter der blauen Haube des Simulators steckt viel Technik, die das Fahrgefühl so realistisch wie möglich machen soll. Alleine für die Bilderzeugung nutzen die Ingenieure fünf Rücklichtprojektoren auf einer feststehenden Leinwand (Fixed-Screen-Konzept), deren Bilder ineinander greifen. Damit hat der Fahrer einen Sichtwinkel von 210 Grad in der Horizontalen und 45 Grad in der Vertikalen – mehr als ausreichend, um ein etwa 130 Kilometer umfassendes Streckennetz mit einer detailgetreuen Umgebung während der Fahrt zu simulieren.

Die Rückspiegel sind zwei Flachbildschirme, wie man sie von normalen Heimcomputern oder Laptops kennt. Apropos Heimcomputer: Die gesamte Rechnerarchitektur des Simulators basiert auf üblichen PCs – somit bleibt der Prüfstand einfach und kostengünstig erweiterbar, sobald mehr Leistung benötigt wird.

Bewegungen der Kabine erzeugt das Gerät über ein elektrisch angetriebenes Standard-Bewegungssystem (Hexapod) mit 1,5 Tonnen Nutzlast. Dabei sorgt eine sechsbeinige Stelzenkonstruktion durch die Bewegung der einzelnen Aktuatoren für ein möglichst reales Beschleunigungsempfinden während der Fahrt.

Für das richtige akustische Ambiente sind vier Lautsprecher sowie ein Körperschallwandler im Inneren des Fahrerhauses verantwortlich. Mittels 35 Geräusch-Vorlagen wird die Simulatorfahrt auch für die Ohren zum beinahe realistischen Erlebnis.

Und auch die Kabine des Industriepartners MAN Nutzfahrzeuge ist stets das neueste Serienmodell. Zurzeit ist ein Fahrerhaus der TGS-Serie auf das Hexapod montiert. Das lässt sich sogar, falls gewünscht, aufgrund vorausschauender Konstruktion ohne großen Aufwand gegen ein Pkw-Mockup – also eine Originalkabine mit simulierter Technik – umtauschen. Dies würde allerdings zugleich eine Anpassung der Simulationssoftware bedeuten.



In der Vertikalen hat der Testfahrer einen Sichtwinkel von 45 Grad – oben und unten begrenzt durch die Kabine (oben).

Der Simulator von oben: Fünf Rücklichtprojektoren erzeugen ein Bild rund um den Testfahrer – auf insgesamt 210 Grad (unten)

Trucker verhalten sich am Steuer unterschiedlich.“ Die Studenten der TUM hatten meist wenig Erfahrung mit Fahrzeugen dieser Größe – der Praxisbezug fehlte. Die Forschergruppe lässt also für die Untersuchungen nur Berufskraftfahrer ans Steuer der virtuellen Umgebung, um möglichst exakte und realistische Ergebnisse zu erzielen.

Doch selbst dann birgt die Simulation Hindernisse. Zum einen muss die Testperson vom Ambiente des Simulators überzeugt sein. „Uns ist wichtig, dass sich der Fahrer wie in einem realen Serienfahrzeug fühlt“, sagt Mohra. Deswegen steckt auch in der Grafik-Erzeugung eine Menge Liebe zum Detail – auf den ersten Blick wirken Straße, Wald und Häuserzeile täuschend echt. Denn: „Denkt der Fahrer ständig daran, dass er in einer Simulation sitzt, verhält er sich nicht natürlich – und das verfälscht die Ergebnisse.“

Achterbahn statt Simulation

Und dann gibt es noch die Testfahrer, bei denen Symptome einer Simulatorkrankheit auftreten. Die Wahrnehmung dieser Menschen, im Falle des FTM-Simulators

allerdings nicht mehr als zehn Prozent der Testpersonen, kann vom Simulator nicht überlistet werden. Sie nehmen beispielsweise das Kippen nicht als Beschleunigung wahr, und durch diese Verfälschungseffekte wird ihnen flau im Magen. Mohra erklärt trocken: „Das ist wie auf der Wies'n: Der eine verträgt's, der andere nicht.“ Dennoch: Der FTM-Simulator ist bis zum Anschlag optimiert, jede Bewegung der Fahrerkabine jahrelang austariert, um simulatorkrankte Testfahrer weitestmöglich zu vermeiden. Das zahlt sich heute aus. Das Gerät der TUM zählt unter den deutschen Simulator-Konkurrenten deutlich unterdurchschnittliche Ausfälle unter den Testfahrern.

Spaß macht das Fahren durch die virtuellen Weiten trotzdem. Auch, weil an den Einstellungen der Simulation ständig verbessert und geschraubt wird. Ein Beispiel: Als die Lkw-Fahrer monierten, dass das Lenkgefühl nicht dem eines echten Trucks entsprach, weil die Reibungs- und Dämpfungseffekte fehlten, nahm sich eine Studentengruppe des Problems an. Wenig später war eine hydraulische Dämpfung entwickelt – und die Testpersonen fühlten sich noch ein Stück heimischer im FTM-Truck.

Das Programm, das die fünf Projektoren und drei Bildschirme mit Grafik versorgt und auf einem ganzen Netzwerk von Rechnern läuft, wurde von Krauss-Maffei Wegmann entwickelt und umfasst zur Zeit rund 130 Kilometer befahrbare Strecken. „Wir haben eine Großstadt im Norden, eine Bergstrecke, sogar einen Verkehrsübungsplatz“, sagt Mohra. Doch die Forscher wollen mehr, vor allem mehr „Stressoren“. Deswegen bauen sie das Programm um. Holger Mohras Augen blitzen kurz, als er von Fußgängern und Tieren berichtet, die in Zukunft Probanden irritieren sollen. „Wir können selbst die Laufwege der Figuren über die Bildschirme von außen bestimmen. Und die Stadt wirkt endlich bevölkert“, freut sich der junge Forscher.

Gesucht: Der Platz für die Thermoskanne

Doch nicht immer geht es um so große Dinge wie eine noch bessere virtuelle Darstellung. Da reicht Alltägliches, um die Forscher auf neue Ideen zu bringen. Dinge, auf die sie alleine nicht gekommen wären. Wie etwa die Platzierung eines Getränkeflaschenhalters. „Die Firmen bringen neue Modelle auf den Markt, die Spediteure kaufen die Fahrzeuge. Und die Fahrer müssen dann im beruflichen Alltag damit umgehen“, fasst Mohra zusammen. Die Versuchspersonen „von der Straße“, rund 400 an der Zahl, bringen nun ihre Vorschläge schon bei der Entwicklung mit ein. So wird der Fahrsimulator zum Ort für Lkw-Basisdemokratie. „Die Fahrer leben teilweise mehrere Tage in ihren Fahrerhäusern“, sagt Holger Mohra. „Wir gehören zu den ersten, die schon bei der Entwicklung daran denken.“ *Jonathan Fasel*