

Wenn Maschinen entscheiden



Werner Damm (l.) und Martin Fränze: „Die Systeme müssen so programmiert werden, dass sie sich an ethischen Normen orientieren.“

Cyberphysische Systeme verändern die Welt wie einst das Internet, davon sind die beiden Informatiker Werner Damm und Martin Fränze überzeugt. Alltagsgegenstände wie Kühlschränke, aber auch komplexe Medizintechnik und Autos werden dabei mit intelligenten Steuerungsprozessen verknüpft, kommunizieren miteinander und entscheiden selbst. Die Oldenburger Wissenschaftler forschen an den technologischen Grundlagen – und an einem ethischen Konzept für die Maschinen, damit der Mensch nicht zu kurz kommt

Die Automatisierung schreitet un-aufhaltsam voran. Sie beschäftigen sich intensiv mit den technologischen Grundlagen. Wo geht die Reise hin – schafft sich der Mensch in der Arbeitswelt gerade selbst ab?

Fränze: Das ist in der Fachwelt umstritten. Einige Experten sind davon überzeugt und fordern daher ein bedingungsloses Grundeinkommen. Andere meinen, dass die historische Evidenz dagegen spricht. Sie verweisen auf vergangene industrielle Revolutionen, die stattdessen stark veränderte Berufsfelder hervorgebracht hätten.

Damm: So oder so kommen große Veränderungen auf uns zu. Beispielsweise im Bereich der Mobilität – da werden mittel- bis langfristig ganze Berufszweige wie Taxifahrer, Bus- und Lkw-Fahrer verschwinden.

Künstliche Intelligenz scheint nur noch eine Frage der Zeit. Wo würden Sie Grenzen ziehen?

Fränze: Wichtig sind vor allem klare Vorgaben. Toll, wenn der Computer selbst dazulernen kann, um uns in schwierigen Situationen zunehmend bessere Hilfestellungen zu geben. Das Systemverhalten muss aber vorhersehbar bleiben und sich am gesellschaftlichen Konsens zu verantwortungsvollem Handeln orientieren. Sonst wird man das System kaum nutzen.

In welchen Bereichen erwarten Sie besondere Fortschritte?

Damm: An der Universität erforschen wir beispielsweise, wie die medizinische Versorgung und Nachsorge technisch optimiert werden kann. Nehmen Sie Intensivstationen: Hier

wird das Personal mit einer Flut von Informationen konfrontiert. Neben der Herzfrequenz gibt es viele weitere Vitalparameter, die ebenfalls kritische Situationen abbilden, aber oft „unter dem Radar“ laufen. Tatsächlich ist bekannt, dass 30 Prozent der Todesfälle in postoperativen Phasen vermieden werden könnten, wenn das Personal in der Lage wäre, aus der Unmenge von Einzelsignalen und dem tiefen medizinischen Wissen großer Datenbanken ein sinnvolles Gesamtbild zu kreieren – etwa mithilfe intuitiver Oberflächen. Das ist ein fantastisches Beispiel für eine sinnvolle Informationsverdichtung, bewirkt durch cyberphysische Systeme.

Fränze: Ein weiterer Forschungsschwerpunkt ist die Gestaltung der Energieversorgung. Schon heute

werden die schwankende Nachfrage und das Angebot nach Strom ständig gesteuert und ausgeglichen. Diese Aufgabe wird bei dem zunehmenden Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen immer komplexer. Benötigt werden Systeme, die es ermöglichen, dass Energieerzeuger, Speicher und Energieverbraucher intelligent miteinander kommunizieren. Dabei verschmilzt die physische Welt mit der virtuellen, um uns ganze neue Möglichkeiten der Einflussnahme auf dieses unheimlich komplexe System zu geben. Das Elektrofahrzeug als Zwischenpuffer für überschüssige Energie oder die sich angebotsabhängig einschaltende Waschmaschine sind ja nur Vorboten.

Damm: Drittes großes Feld ist das autonome Fahren mit dem Ziel, Unfälle



Prof. Dr. Werner Damm

Werner Damm, seit 1987 Hochschullehrer am Department für Informatik der Universität Oldenburg, leitet die Abteilung Sicherheitskritische Eingebettete Systeme und ist Direktor des Forschungszentrums Sicherheitskritische Systeme. Damm hat den Forschungs- und Entwicklungsbereich Verkehr am An-Institut OFFIS – Institut für Informatik etabliert, dessen Vorstandsmitglied er ist. Zu seinen Arbeitsschwerpunkten gehören Techniken zur mathematisch exakten Verifikation und Analyse von sicherheitskritischen eingebetteten Systemen.

zu reduzieren, Ressourcen effizienter zu nutzen und Emissionen zu minimieren...

Das ist Ihr Schwerpunkt. Woran forschen Sie genau?

Damm: Um nur ein Beispiel zu nennen: In Deutschland gibt es ein vom Bundeswirtschaftsministerium gefördertes Projekt namens Pegasus, an dem wir beteiligt sind. Es geht dabei um Teststandards, also allgemein akzeptierte Methoden und Werkzeuge für die Überprüfung hochautomatisierter Fahrzeugfunktionen. Im Fokus stehen Systeme, die für einen gewissen Zeitraum in spezifischen Situationen die Regie übernehmen können. Der Fahrer soll dabei die Technik nicht dauerhaft überwachen müssen und so gewisse Nebentätigkeiten ausüben können.

Fränzele: Das ist der erste Schritt. Irgendwann wird man die Fahrfunktionen komplett dem Fahrzeug überlassen.

Aber sicher nicht ohne die erwähnten Teststandards, die die Industrie benötigt, um solche autonomen Systeme auf die Straße zu bringen?

Fränzele: Die Testmethodik ist in der Tat eine riesige Herausforderung und auch einer unserer Schwerpunkte. Wir möchten wissen: Wie müssen die Softwarearchitekturen und unsere Validierungsmethoden gestaltet werden, damit die mit der Automatisierung verbundenen sehr hohen Sicherheitsziele erreicht und belegt werden können?

Was heißt das konkret?

Damm: Nehmen Sie unseren abgeschlossenen Sonderforschungsbereich AVACS. Hier haben wir zum Beispiel die Sicherheit von verkehrstechnischen

Anwendungen in allen drei Bereichen – Auto, Flugzeug und Bahn – mit mathematischen Methoden nachgewiesen. Wir wissen also, wie man die automatisierten Systeme bauen muss, damit sie beherrschbar bleiben. Außerdem sind wir aktuell an ENABLE3 beteiligt...

Ein Projekt, das von der EU gefördert wird...

Damm: Genau. Dabei geht es um das Testen hochautomatisierter Systeme. In unserem Projekt installieren wir virtuelle Teststände, um zu eruieren, wie sich ein autonomes Fahrzeug in allen denkbaren Szenarien verhält. Wie funktioniert zum Beispiel die Wahrnehmung der Situation, wie die Objektidentifikation? So können wir auch ohne Testkilometer auf der Straße überprüfen, ob und wann die Reaktion des Fahrzeugs adäquat ist.

„Letztlich macht die neue Technik nur Sinn, wenn sie dem Menschen dient.“

Werner Damm

Durch die Automatisierung wird Autofahren zu einer Mobilitätsdienstleistung. Sind die Menschen schon bereit dafür?

Fränzele: Es kommt darauf an: Habe ich ein situativ autonom fahrendes System, das nur auf der Autobahn zwischen Auf- und Abfahrten manövriert? Damit bewahre ich meine eigene Fahrfähigkeit, kann ausprobieren und Vertrauen aufbauen. Oder fährt das Auto vollautonom? Dann könnte ich meine Kinder in den Wagen setzen und sagen: „Fahre sie zur Musikschule.“ Hier wären die Vorbehalte sicher deutlich größer.

Damm: Die Akzeptanz hängt insgesamt stark davon ab, wie sehr der Mensch dadurch, dass er selektiv „im Loop“ bleibt, Vertrauen zur autonomen Fahrzeugführung aufbauen kann. Eines muss dabei immer klar sein: Letztlich macht die neue Technik nur Sinn, wenn sie dem Menschen dient und von ihm akzeptiert wird.

So oder so ist die Verantwortung, die das Fahrzeug übernimmt, groß. Macht die Automatisierung die Straßen wirklich sicherer?

Damm: Das ist ein heißes Thema. Um mal eine Zahl zu nennen: Im deutschen Straßenverkehr haben wir jährlich rund 3.500 Unfalltote. Ursächlich dafür ist zumeist der Mensch – wir sind unachtsam, fallen beispielsweise in Sekundenschlaf. An dieser Stelle ist Automatisierung dem Menschen natürlich überlegen. Die Sensorik ist immer aktiv, es wird also dauernd eine Lagebewertung vorgenommen. Schon heute können wir sogar mit sogenannten virtuellen Horizonten um die Ecke gucken. Insofern ist damit zu rechnen, dass die Anzahl der Unfalltoten signifikant sinken wird.

Herr Damm, als Mitglied einer Arbeitsgruppe der Ethikkommission des Bundesverkehrsministers haben Sie Leitlinien zum automatisierten Fahren mit verabschiedet. Worum ging es?

Damm: Die Herausforderung, der wir uns beim hochautomatisierten Fahren stellen müssen, ist, dass all das, was sonst ein Mensch entscheidet und verantwortet, auch in kritischen Fahrsituationen vom Fahrzeug übernommen wird. Das Verhalten des Systems muss entsprechend programmiert werden. Zwei der zentralen Fragen, die wir in der Arbeitsgruppe diskutiert haben,



In einem Fahrsimulator erproben Wissenschaftler von Universität und OFFIS Assistenzfunktionen für selbstfahrende Autos.

waren daher: Wie kann man die Entscheidung so gestalten, dass sie für den Menschen gut nachvollziehbar und transparent ist? Und wie stellen wir sicher, dass sie den gesellschaftlich anerkannten Wertevorstellungen entspricht?

Zu welchen Ergebnissen ist die Kommission gekommen?

Damm: Erstens, dass Menschenleben prinzipiell schützenswerter sind als Dinge. Punkt zwei bezieht sich auf die viel zitierte Dilemma-Situation, in der ein autonomes Fahrzeug zwischen zwei Übeln entscheiden muss: Fährt es in eine Menschengruppe mit zwei Personen oder in eine mit fünf? Dürfen Menschenleben also gegeneinander aufgewogen werden? Die Kommission hat dem eine klare Absage erteilt in Analogie zu einem Urteil des Bundesverfassungsgerichts zu Flugzeugentführungen und einer in diesem Kon-

text diskutierten Abschlussbefugnis. In einem solchen Fall darf das Leben der Passagiere an Bord nicht zugunsten des Lebens einer größeren Menschenanzahl am Boden geopfert werden.

„Es geht um die Übernahme von Regeln, an die sich auch eine Maschine halten muss.“

Martin Fränzele

Das sind hochkomplexe Fragestellungen, die sicher nicht von Informatikern allein beantwortet werden können...

Fränzele: Wir vollziehen in der Tat gerade einen Paradigmenwechsel. Bisher waren wir es als Ingenieure gewohnt, Systemmodelle zu bauen und zu analysieren, die perfekte Blaupausen unserer Software- und Hardwareprodukte

darstellen. Beim teilautonomen Fahren können unsere Modelle nicht mehr perfekt sein, denn sie müssen den Menschen mit seinen Eigenschaften in das Gesamtsystem einbeziehen. Nur so können wir die dynamische Interaktion zwischen Mensch und Maschine analysieren.

Sie brauchen also die Erkenntnisse auch anderer, vor allem gesellschaftswissenschaftlicher Disziplinen?

Fränzele: Das ist so. Etwa die Erkenntnisse der Psychologie, Philosophie, Soziologie, Politik- und Rechtswissenschaften. Die Systeme müssen so programmiert werden, dass sie sich beispielsweise an ethischen Normen orientieren.

Da wäre dann zum Beispiel die Philosophie gefragt...

Fränzele: Genau, denn es geht um die



Prof. Dr. Martin Fränze

Martin Fränze, seit 2004 Hochschullehrer am Department für Informatik der Universität Oldenburg, leitet die Abteilung Hybride Systeme. Der Informatiker ist zudem Bereichsvorstand und Wissenschaftlicher Leiter im Forschungs- und Entwicklungsbereich Verkehr am An-Institut OFFIS – Institut für Informatik. Zu seinen Arbeitsschwerpunkten gehören die mathematische Modellierung sowie der Entwurf, die Synthese und Verifikation sicherer eingebetteter Computersysteme.

Übernahme von Regeln für menschliche Handlungen, an die sich auch eine Maschine halten muss. Verbunden mit der Frage, unter welchen Bedingungen bestimmte Aktionen ge- oder verboten sind.

Damm: Die Psychologie wiederum liefert uns wichtige Ansätze zur Erklärung des menschlichen Verhaltens: Wie etwa kann das technische System herausfinden, was der Mensch gerade vor hat? Wie kann dessen Aufmerksamkeit gesteuert werden? Und wie können Systeme dem Menschen ihre Entscheidungen erklären?

Wie ist es um die rechtliche Beherrschbarkeit autonomer Systeme bestellt? Der Mensch gibt ja Verantwortung an die Maschine ab.

Damm: Das ist ein wichtiger Aspekt – und die Lage ist komplex. Schließlich werden bei sicherheitsrelevanten Fahrentscheidungen nicht nur Informationen einbezogen, die vom Fahrzeug selbst stammen, für die also der Hersteller verantwortlich ist. Auch Informationen von anderen Fahrzeugen werden per Funk übertragen. Was

aber, wenn das Auto vor einem die Welt anders wahrnimmt und falsche Daten liefert? Oder wenn Kommunikationsleitungen „gehackt“ wurden? Zum anderen benötigt das autonome System hochaktuelle Karten – und diese Daten kommen aus der Cloud. Wer stellt sicher, dass die Karten nicht verfälscht wurden?

Fränze: Ein weiterer Aspekt ist, dass global eingesetzte cyberphysische Systeme auch sämtlichen länderspezifischen Kontexten entsprechen müssen. Die Regelungen zur Privatsphäre sind in Europa zum Beispiel ganz andere als in den USA. Wie kann man also solche Systeme derart gestalten, dass sie parametrisierbar sind für die jeweils gesellschaftlich gesetzten Rahmenbedingungen?

Stimmen denn hierzulande schon die Rahmenbedingungen? Ist es rechtlich erlaubt, automatisiert zu fahren?

Fränze: Vor Kurzem wurde die Straßenverkehrsordnung angepasst, so dass eine Zulassung von Fahrzeugen, die selbstständig fahren, nun möglich

ist. Aber mit den klaren Spielregeln, dass eine gerichtlich nachvollziehbare Übergabe zwischen Fahrer und technischem System geschieht und dass der Mensch weiterhin „im Loop“ sein muss. Der Zeitpunkt passt, da sich entsprechende Fahrzeuge bereits in der Entwicklungsphase befinden.

Damm: Ebenfalls sehr erfreulich ist, dass das europäische Parlament wichtige Spielregeln verabschiedet hat: Wann immer ein autonomes System Entscheidungen trifft, die sicherheitsrelevant sind, muss es erklären, warum es diese oder jene Handlungen vollzogen hat und auch die zugrundeliegende Maxime darlegen. Das sorgt für die nötige Transparenz und beugt möglichen Manipulationen vor.

Die Herausforderungen sind also immens...

Damm: Ja. Wir arbeiten daher mit vielen Partnern zusammen – nicht nur aus der Forschung, sondern auch aus der Industrie. In Deutschland ist das Klima dafür zum Glück sehr konstruktiv. Schließlich stellt man sich ähnliche Fragen, etwa, was es heißt, menschengerechte Techniken einzusetzen. Oder wie man neben künstlicher Intelligenz auch ein soziales Gewissen in die Architektur von Computern einbauen kann.

Wann rollen denn nun die ersten automatisierten Autos über Deutschlands Straßen?

Fränze: Bei situativ autonomen Fahrzeugen sind wir in drei bis fünf Jahren so weit. Für das überall sichere vollautomatisierte Fahren benötigen wir viel mehr Zeit – hier streuen selbst optimistische Prognosen der Hersteller extrem.

*Interview: Corinna Dahm-Brey,
Volker Sandmann*

Wird die Straße bald auch zur Daten-Autobahn? Technisch sind selbstfahrende Autos bereits weit entwickelt, rechtliche und ethische Fragen jedoch noch ungeklärt.

