

## FORSCHUNG KOMPAKT

03 | 2015 ||

### 1 CeBIT: Panorama-Aufnahmen auf dem Tablet nutzen

Die Science-Fiction-Helden von Star Trek kennt fast jeder. In ihrem Holodeck erschaffen sie virtuelle Welten und bewegen sich mitten in ihnen. Mit 360-Grad-Panorama-Aufnahmen lassen sich ähnliche Effekte erzielen. Diese bringen Forscher jetzt via App auf unsere Tablets. Im Vordergrund steht individuelle Kameraführung und Bildregie.

### 2 Nervengewebe bei Darmoperationen schonen

Mehr als die Hälfte der Patienten leidet nach einer Darm-OP an den Folgen von irreparablen Nervenverletzungen. Wissenschaftler haben ein Assistenzsystem entwickelt, das die Operateure während des Eingriffs im kleinen Becken vor Verletzungsrisiken warnt. Derzeit arbeiten die Experten an einer Lösung für die minimalinvasive Chirurgie.

### 3 Die Kraft in der Weste

Das Heben schwerer Lasten, einseitige Bewegungen – jedes Jahr bekommen Millionen EU-Bürger ernsthafte gesundheitliche Beschwerden durch ihre Tätigkeit. Gemeinsam mit Partnern aus der Industrie entwickeln Fraunhofer-Forscher eine Weste, die Pflegekräfte und andere Menschen mit körperlich anstrengenden Berufen entlasten soll.

### 4 Belastung durch Pestizide genauer vorhersagen

Die EU will die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln weiter optimieren. Dazu sollen die unterschiedlichen nationalen Verfahren weiter harmonisiert werden. Fraunhofer-Forscher haben eine Software zur Abschätzung des Eintrags von Pestiziden in Oberflächengewässer für Deutschland entwickelt – eine Blaupause für andere EU-Länder?

### 5 Virtueller Fahrzeugtest – Reifen realitätsnah abbilden

Lange bevor ein Auto vom Band rollt, testen die Hersteller die Fahrzeug-Designs virtuell. Die Simulation der Reifen ist jedoch eine Herausforderung. Das Tool »CDTire/3D« von Fraunhofer-Forschern stellt nun auch die Räder realitätsnah dar. Dabei berücksichtigt es die Wärme, die beim Fahren entsteht und die Eigenschaften der Reifen ändert.

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 66 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. Knapp 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von zwei Milliarden Euro. Davon erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft etwa 70 Prozent aus Aufträgen der Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Die internationale Zusammenarbeit wird durch Niederlassungen in Europa, Nord- und Südamerika sowie Asien gefördert.

---

#### Impressum

FORSCHUNG KOMPAKT der Fraunhofer-Gesellschaft | Erscheinungsweise: monatlich | ISSN 0948-8375 | Herausgeber und Redaktionsanschrift: Fraunhofer-Gesellschaft | Kommunikation | Hansastraße 27c | 80686 München | Telefon +49 89 1205-1302 | [presse@zv.fraunhofer.de](mailto:presse@zv.fraunhofer.de) | Redaktion: Beate Koch, Britta Widmann, Janine van Ackeren, Tina Möbius, Tobias Steinhäuser | Abdruck honorarfrei, Belegexemplar erbeten. Alle Pressepublikationen und Newsletter im Internet auf: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse). FORSCHUNG KOMPAKT erscheint in einer englischen Ausgabe als RESEARCH NEWS.

## CeBIT: Panorama-Aufnahmen auf dem Tablet nutzen

Videopanoramas rücken den Betrachter mitten ins Geschehen. »Bereits bei Aufnahmen, die 180 Grad umfassen, fühlt man sich als Teil der Szenerie«, schwärmt Forscher Christian Weißig vom Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI in Berlin. Lange Jahre gibt es die Technologie bereits. Der Zenit schien bereits überschritten. Spätestens als das erste deutsche IMAX-Kino in München 2010 schloss und die 3D-Technologie das Gefühl übernahm, mitten im Geschehen zu sein. »Zu teuer, nicht wirtschaftlich« hieß das schlichte Urteil über die Technologie, die auch Pate für das Holodeck in Star Trek stand. Dank der Forschungsarbeit von Weißig und seinem Team könnten Panorama-Aufnahmen schon bald dort auftauchen, wo wir sie kaum vermuten würden: auf den Bildschirmen von Smart-TVs, Smartphones und Tablets. Als hochauflösende Ausschnitte von Panoramabildern, die der Nutzer selbst auswählen und navigieren kann. »Ultra-HD-Zoom« ist ein Prototyp, der das ermöglicht. Die Forscher stellen die App für Tablets auf der Computermesse CeBIT, vom 16. bis 20. März, in Hannover vor (Halle 8, Stand E40).

Videopanoramas setzen sich aus den Aufnahmen mehrerer hochauflösender Kameras zusammen. Beim OmniCam-System des HHI sind es beispielsweise 10 HD-Kameras. Die Technologie ist in der Lage, in Echtzeit 360-Grad-Panorama-Bilder zu schießen. Das machte die Technologie erstmals interessant für Liveveranstaltungen. Mit der OmniCam zeichneten die Forscher im letzten Jahr beispielsweise das Finale der Fußball-Weltmeisterschaft zwischen Deutschland und Argentinien in Rio de Janeiro oder das Konzert der Berliner Philharmoniker zum 25. Jahrestag des Falls der Berliner Mauer auf. Die Aufnahmen haben eine Auflösung von 2000 x 10 000 Bildpunkten. »Leider hat keiner von uns ein Panorama-Kino zuhause. Und die Endgeräte in unseren Wohnzimmern und Taschen können diese Datenmenge nicht verarbeiten«, erklärt Weißig.

### Der Zuschauer als Kameramann

Einzelne Ausschnitte des Panoramas lassen sich aber übertragen. Dafür reichen die aktuell verfügbaren LTE-Netze aus. »Wir haben das Panorama in eine feste Anzahl von Segmenten aufgeteilt. Diese stehen gleichzeitig jedem Nutzer zur Verfügung. Die App wählt dann die Segmente aus, die für den gewünschten Ausschnitt nötig sind«, sagt Weißig. Mit diesem Ansatz ist es technisch möglich, dass eine sehr große Anzahl von Menschen nun gleichzeitig ein Panoramabild nutzen kann. Zwar nicht mit der vollen Auflösung des Panoramas, aber mit individuellen Ausschnitten in der Auflösung des jeweiligen Endgeräts. »Das ist ein weiterer Schritt Richtung personalisiertem Fernsehen: Am ‚Second Screen‘ wird der Nutzer selbst zum Kameramann oder übernimmt die Bildregie – zum Beispiel, indem er in das ausgewählte Segment hineinzoomt. Bisher sind lediglich Apps auf dem Markt, die eine Auswahl verschiedener, statischer Kameraeinstellungen anbieten oder ein gesamtes Panorama in HD-Auflösung übertragen«, so Weißig.

### FORSCHUNG KOMPAKT

03 | 2015 || Thema 1

Auch Inthalteanbieter oder TV-Sender profitieren. Sie könnten die neuen Möglichkeiten selbst als Dienstleistung anbieten. »Wir arbeiten bereits mit Partnern zusammen, die die Technologie einsetzen wollen, um zum Beispiel Live-Konzerte besser zu vermarkten«, sagt Weißig. Die Investitionskosten für Panorama-Aufnahmen sind nach wie vor hoch. Aber jetzt können sie auf eine große Anzahl von Nutzern aufgeteilt werden. Über den Preis der App, der sich für jeden einzelnen im Rahmen hält. Noch im Laufe des Jahres soll die Technologie als Produkt erhältlich sein. »Bis dahin feilen wir noch an schnelleren Übertragungsgeschwindigkeiten«, so Weißig.

Doch fehlen nach wie vor nicht die Inhalte? Sind Panoramaaufnahmen nicht trotzdem nach wie vor zu teuer? »Der Trend geht eindeutig zu den sehr hohen Auflösungen. Ich denke da an die neuen 4K-TV-Modelle oder auch an die 8K-Offensive des japanischen Fernsehsenders NHK. Und auch bei den Panorama-Technologien tut sich gerade wieder einiges. Es wird zukünftig mehr entsprechende Endgeräte und Inhalte geben. Die App ‚Ultra-HD-Zoom‘ ist eine erste konkrete Anwendung, die wohl in Kürze zur Verfügung steht. Sie kann einen Weg zeigen, wo die Reise zukünftig für die Panorama-Technologie hingeht«, sagt Weißig.

Am Messestand auf der CeBIT haben die Forscher das komplette Szenario aufgebaut: Der Besucher kann sich über die App eine bestimmte Kameraeinstellung von aufgezeichneten Liveaufnahmen aussuchen. Sie werden auf der rechten Displayseite angezeigt, während rechts das Übersichtsbild zu sehen ist. Wählt der Besucher eine der OmniCam-Kameras aus, kann er selbst in den Inhalten navigieren.



Das Fraunhofer HHI zeigt auf der CeBIT eine App, mit der Nutzer auf einem Tablet in Panorama-Aufnahmen navigieren können. (© Fraunhofer HHI) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)

## Nervengewebe bei Darmoperationen schonen

Darmoperationen zählen nach Angaben des Statistischen Bundesamts zu den häufigsten chirurgischen Eingriffen in Deutschland. Dabei kommt es oft zu Komplikationen: Über die Hälfte der Patienten hat nach einem Eingriff im kleinen Becken mit Inkontinenz oder sexuellen Funktionsstörungen zu kämpfen, weil Nervengewebe verletzt wurde. Die Nerven, welche Blasen-, Darmausgangs- und Geschlechtsfunktionen steuern, liegen wie ein hauchdünnes Netz um den Darm herum. »Dieses Nervengeflecht lässt sich von seiner Farbe und Struktur äußerst schwer von anderem Gewebe und kleineren Blutgefäßen unterscheiden. Aus diesem Grund kommt es oft zu Verletzungen«, erklärt Prof. Klaus-Peter Hoffmann vom Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT in St. Ingbert. Das Tückische: Oftmals kann es der Chirurg während der OP nicht bemerken. Die Probleme machen sich meist erst einige Wochen nach dem Eingriff bemerkbar.

### Chirurgen werden gewarnt, bevor sie Nerven während der OP verletzen

Wissenschaftler des IBMT entwickelten im, von ihnen koordinierten, Projekt IKONA (kurz für: Kontinuierliches intraoperatives Nervenmonitoring als mikrotechnologisches Navigationsinstrument) mit mehreren Partnern ein Assistenzsystem zum interoperativen Neuromonitoring: Hauchdünne, flexible Elektroden werden direkt an Nervenfasern angelegt und diese mit elektrischen Impulsen stimuliert. Die Software des Partners inomed wertet aus, ob das autonome Nervengeflecht durch den chirurgischen Eingriff beeinflusst wird. Kommt der Chirurg einem Nerv zu nahe, bzw. drückt oder dehnt er ihn, beeinflusst dies die Funktionalität des Nervs. Droht Verletzungsgefahr, wird der Arzt optisch und akustisch gewarnt. Das System befindet sich bereits in der klinischen Testphase.

Derzeit arbeiten Hoffmann und sein Team im Nachfolgeprojekt autoPIN (kurz für: Assistenzsystem zur Stimulation autonomer pelviner Nerven zum Intraoperativen Neuromonitoring in der Laparoskopie) mit ihren Partnern daran, ein solches operationsbegleitendes Neuromonitoring auch für minimalinvasive Eingriffe zu ermöglichen. Anders als bei konventionellen Operationen müssen die Elektroden dabei außen am Körper platziert werden. Der Haken an der Sache: Zwischen Elektroden und dem Nervengeflecht befindet sich das Kreuzbein – dieses behindert das elektrische Feld. »Die Herausforderung besteht darin, die Elektroden so zu setzen, dass sie trotzdem das Nervengeflecht stimulieren können«, erläutert Hoffmann. Dazu platzieren die Wissenschaftler der Mainzer Universitätsklinik für Allgemein-, Viszeral- und Transplantationschirurgie am Körper ein Elektroden-Array, das ein rasterförmiges Feld erzeugt. »Wir sprechen dann die einzelnen Elektroden an. Dadurch identifizieren wir diejenigen, mit denen die Geometrie des elektrischen Feldes so optimiert werden kann, dass eine Neuromodulation – eine spezielle Form der Nervenstimulation – möglich wird«, schildert Hoffmann die Forschungsarbeiten der IBMT-Wissenschaftler. inomed hat einen

---

### FORSCHUNG KOMPAKT

03 | 2015 || Thema 2

---

intelligenten Algorithmus entwickelt, der die Rohsignale aus der Neuromodulation auswertet und so aufbereitet, dass der Arzt auf einen Blick erkennt, ob Verletzungsgefahr besteht. »Unser Ziel ist es, ein qualitätsgesichertes nervenerhaltendes Operieren an den Beckenorganen zu etablieren. Im Zentrum steht dabei die Erhaltung der postoperativen Lebensqualität«, sagt der zuständige Oberarzt im Team, Prof. Dr. Werner Kneist.

Da chirurgische Eingriffe im kleinen Becken oft mehrere Stunden dauern können, kommen bei dem Assistenzsystem die am IBMT während IKONA entwickelten, trockenen Elektroden auf Silikonbasis zum Einsatz, bei denen Nanopartikel im Silikon für die nötige Leitfähigkeit sorgen. Im Vergleich zu konventionellen Elektroden ermöglichen diese Silikonelektroden über einen längeren Zeitraum eine stabile und zuverlässige Schnittstelle. Das neue Assistenzsystem für minimalinvasive Eingriffe wird derzeit in der präklinischen Phase getestet.

## Die Kraft in der Weste

Rückenschmerzen sind ein Volksleiden. Knapp zehn Prozent der Arbeitsausfälle in Deutschland sind auf Kreuzprobleme zurückzuführen. Das geht aus dem Gesundheitsbericht 2014 der Techniker Krankenkasse hervor. Nach Angaben der Studie beeinflusst der Beruf die Dauer und Häufigkeit der Krankschreibungen entscheidend. Besonders betroffen sind etwa Pflegekräfte. Im Krankenhaus oder Altenheim ist großer körperlicher Einsatz nötig. Patienten umlagern, sie mobilisieren, ihnen beim Aufstehen helfen – all das belastet den Bewegungsapparat. Doch moderne Technik kann Pflegekräften den Rücken stärken. Im Projekt »CareJack« entwickeln Forscher der beiden Berliner Fraunhofer-Institute für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK sowie für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM zusammen mit Partnern aus der Industrie eine aktive Weste für diese Berufsgruppe. Der Clou: Diese Orthese (kurz für: orthopädische Prothese) trägt kaum auf, ist leicht, weich und bequem zu tragen. Sie lässt sich so einfach überstreifen wie ein Mantel. Experten sprechen von Softrobotik.

»Bisher gibt es keine effizienten Unterstützungssysteme, um die schwere Arbeit im sehr vielfältigen Pflegealltag zu erleichtern«, sagt IPK-Experte Henning Schmidt, der das Projekt betreut. Wer in Krankenhäusern, Altenheimen oder der ambulanten Pflege zupackt, braucht vor allem einen kräftigen Rücken. Aber wie kann man die Wirbelsäule unterstützen, ohne ihre vielfältigen Bewegungsmöglichkeiten einzuschränken? Das Team um Schmidt und Firmenpartner hat dabei einen ganz neuen Weg eingeschlagen. Vor allem wird auf die häufig bei Orthesen genutzten, harten Schalen verzichtet und stattdessen auf ein flexibles und angenehm zu tragendes Material gesetzt. Die gesamte Elektronik ist darin eingearbeitet.

Die nötige Energie erzeugt der Träger selbst durch seine Bewegungen. Beugt sich etwa ein Pfleger herunter, um einen Patienten anzuheben, speichert die intelligente medizinische Hilfe diese Bewegungsenergie und gibt sie bei Bedarf wieder frei.

### Orthese hilft, falsche Bewegungsabläufe zu vermeiden

Vor allem aber sorgt die Orthese dafür, dass sich die Pflegekräfte »richtig« bewegen. Denn viele orthopädische Probleme entstehen durch falsche Bewegungsabläufe. Klassisches Beispiel: Wer eine schwere Last vom Boden anhebt, sollte nicht mit gestreckten Beinen den Oberkörper vorbeugen, sondern mit geradem Oberkörper in die Knie gehen. In der smarten Weste stecken eine Vielzahl von Sensoren, die ständig überwachen, wie sich der Träger bewegt. Ein Prozessor vergleicht diese Daten mit dem optimalen Bewegungsablauf. Registriert er einen Fehler, leuchtet eine Warnlampe auf. Und nicht nur das: Neuartige Aktoren aus Kunststoff mit einstellbarer Steifigkeit helfen, falsche Bewegungsabläufe zu vermeiden und korrekte zu unterstützen. »Der Träger kann selbst festlegen, welchen Grad der Unterstützung er haben möchte«, sagt Schmidt.

### FORSCHUNG KOMPAKT

03 | 2015 || Thema 3

Für diese Feinheiten braucht es viel elektronisches Equipment. »Allerdings will niemand einen Rucksack voll Elektronik mit sich herumschleppen«, sagt IZM-Experte Erik Jung. Sein Team entwickelt im Projekt »CareJack« gemeinsam mit Firmenpartnern miniaturisierte Komponenten, flexible Leiterplatten und die nötigen Sensoren. Noch 2015 soll ein Prototyp der Weste fertiggestellt werden. Mit einer Serienfertigung rechnet Schmidt in ein bis zwei Jahren. Der Bedarf, sagt er, sei sehr groß. Nicht nur Pfleger könnten sich eine solche aktive Stütze überstreifen, sondern auch Bauarbeiter, Dachdecker, Müllmänner, Maurer und viele andere Schwerarbeiter.



Die Oberkörperweste »Care-Jack« stützt den Rücken, ohne die Bewegungsfreiheit einzuschränken. (© Fraunhofer IPK/IZM) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)

## Belastung durch Pestizide genauer vorhersagen

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME haben für Deutschland eine Software entwickelt, die die Konzentration von Pestiziden beziehungsweise Pflanzenschutzmitteln (PSM) in Oberflächengewässern wie Gräben oder Bächen berechnet. Das neue Verfahren kann als Baustein für PSM-Zulassungsverfahren eingesetzt werden. Die von den Wissenschaftlern am Standort Schmallenberg entwickelte Software arbeitet genauer und liefert schneller Ergebnisse als bisherige Verfahren in Deutschland und der EU. Die Konzentrationen von PSM werden dazu genutzt, das Risiko für die Lebensgemeinschaft der Gewässer – zu der zum Beispiel Fische, Wasserpflanzen oder Insekten gehören – zu bewerten. Partner im Forschungsvorhaben sind das Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement der Uni Gießen, das Institut für Agrarökologie der RLP AgroScience, die RWTH Aachen und das französische IT-Unternehmen FOOTWAYS S.A.S.. Das Umweltbundesamt (UBA) ist Förderer.

### Blaupause für andere EU-Länder?

Die Software baut auf Computermodellen für die Zulassung von PSM-Wirkstoffen in der EU auf. Sie könnte deshalb auch als Blaupause für andere EU-Länder dienen, um das Bewertungsverfahren für Pflanzenschutzmittel zwischen den EU-Ländern weiter zu harmonisieren. Den Prototyp GERDA, kurz für »German Run-off, Erosion and Drainage Risk Assessment« haben die Forscher bereits erfolgreich getestet. »Wir erhoffen uns eine Einführung bis Anfang nächsten Jahres«, sagt Dr. Michael Klein, aus der Abteilung »Ökologische Chemie« in Schmallenberg, »aber die endgültige Entscheidung darüber treffen die deutschen Zulassungsbehörden«.

Die Forscher haben GERDA im Vergleich zur bestehenden EU-Systematik an vielen Stellen optimiert: Die Methode enthält nun eine umfangreiche Datenbank von Szenarien für Umweltbedingungen spezifisch für Deutschland. Diese basieren auf Wetterdaten der letzten 30 Jahre und detaillierten Karten der Böden in Deutschland. Die Forscher greifen hier auf Daten des Deutschen Wetterdiensts (DWD) und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) zurück. Die Software verarbeitet Informationen über die PSM-Wirkstoffe, deren Einsatzgebiet und Anwendungen nach Menge und Zeitpunkten. Aus dem Datenpool berechnet GERDA diejenige PSM-Konzentration, die bei fachgerechter Anwendung einen »realistisch ungünstigen« Fall für die Gewässer darstellt. »Entscheidender Maßstab ist dabei, dass die Populationen nicht beeinträchtigt werden«, erklärt Klein. Nutzer des Programms können verschiedene Umweltbedingungen einstellen, um zu beobachten, wie sich die Änderungen auf die berechneten Umweltkonzentrationen auswirken. Zum Beispiel, wie sich die Konzentrationen im Gewässer verringern, wenn größere Abstände zu Oberflächengewässern von denjenigen Äckern eingehalten werden, auf denen das Pflanzenschutzmittel angewendet wird. »Diese Information steht dann auch auf den Produktverpackun-

---

### FORSCHUNG KOMPAKT

03 | 2015 || Thema 4

---

gen der PSM und wären dann Bedingung für eine Zulassung und Anwendung des PSM«, sagt Klein. Die Modelle, mit denen die Forscher die PSM-Konzentrationen berechnen, sind komplex. Trotzdem arbeiten sie schneller als bestehende Verfahren. »Wir haben bei einigen Berechnungen einfacher programmiert,« erklärt Klein. Damit die Software auch Anwender mit anderem fachlichen Hintergrund nutzen können, haben die Wissenschaftler eine bedienerfreundliche Benutzeroberfläche entwickelt. »Für den Nutzer ist das jetzt genauso einfach, wie die Tabelle eines normalen PC-Kalkulationsprogramms auszufüllen«, so Klein.

Damit die Software alle notwendigen Daten verarbeiten kann, muss sie diese zunächst verstehen. Die Forscher haben den heterogenen Informationspool aus meteorologischen, geographischen, chemischen und biologischen Daten deshalb zunächst in ein Format übertragen, das die Prognosemodelle verarbeiten können. Kleins Kollege Udo Hommen aus der Abteilung »Ökotoxikologie« hat das Wissen darüber eingebracht, wann ein Ökosystem geschädigt wird und wann nicht. »Es ist zum Beispiel ein Unterschied, ob die Belastungen kurz- oder langfristig sind. Werden Organismen bereits durch eine sehr kurze Belastung geschädigt, dann macht es keinen Sinn, Tagesmittelwerte als relevante Gewässerkonzentration einzusetzen. Bei anderen Mitteln können kurze Belastungen dagegen ohne Effekt bleiben«, erklärt Hommen. Diese Unterscheidung ermöglicht das Prognosemodell.

Pflanzenschutzmittel haben die Aufgabe, Nutzpflanzen gegen pflanzliche oder tierische Schädlinge oder Pilze zu schützen. Um negative Auswirkungen dieser Chemikalien auf Mensch und Umwelt zu vermeiden, gibt es in der EU ein zweistufiges Zulassungssystem: Zunächst werden die PSM-Wirkstoffe auf EU-Ebene geprüft, die PSM-Produkte dann von den jeweiligen nationalen Behörden bewertet. In Deutschland sind dafür das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), das Julius-Kühn-Institut (JKI), das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) und das Umweltbundesamt (UBA) zuständig.

## Virtueller Fahrzeugtest – Reifen realitätsnah abbilden

Das Fahrzeug rast über die unebene Straße, holpert über Steine und kracht in Schlaglöcher, schliddert über Eisflächen. Allerdings nur scheinbar: Denn bislang ist es noch gar nicht produziert. Vielmehr handelt es sich sowohl beim Auto als auch bei der buckeligen Teststrecke um Simulationen. Wie betriebsfest ist das Fahrzeug? Hält das Design, was es verspricht? Solche virtuellen Versuche bieten viele Vorteile: Bereits in einer frühen Entwicklungsphase lassen sich unterschiedliche Varianten eines Fahrzeugs erproben, sei es Auto, LKW oder Traktor, und das Design systematisch optimieren – ohne teure Prototypen.

### Realitätsnahe und zugleich schnelle Berechnung

Die Simulation des Fahrzeugs an sich hat man dabei gut im Griff. Eine Herausforderung sind jedoch die Reifen, denn sie verhalten sich komplex und nichtlinear. Entweder ist die Berechnung langwierig, rechenintensiv und lässt sich nicht in das Gesamtmodell einfügen oder sie liefert ungenaue Ergebnisse. Forscher am Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern entwickelten mit »CDTire/3D« ein Simulationswerkzeug, das diesen Spagat meistert. »Mit der Technologie haben wir eine gute Balance gefunden zwischen Rechenzeit und Genauigkeit«, sagt Dr. Manfred Bäcker, Leiter der Reifen- und Fahrzeugsimulation am ITWM. Die Simulation bildet die Realität gut ab und ist gleichzeitig schnell. Vom 13. bis 17. April präsentieren die Forscher die Software auf der Hannover Messe am Fraunhofer-Gemeinschaftsstand »Simulation« in Halle 7, Stand B10.

Die Wissenschaftler bilden die Eigenschaften des Reifens über ein strukturelles Schalenmodell ab. »Statt ihn als Volumenmodell abzubilden, stellen wir den Reifen als Schale dar – das spart viel Simulationszeit und berücksichtigt dennoch alle Eigenschaften«, erläutert Bäcker. Zunächst berechnen die Forscher einzelne Schalen für jede funktionale Lage des realen Reifens: eine für jede Stahlgürtellage, eine für die Bandage und so weiter. Diese fassen sie anschließend zu einer einzigen Schale zusammen. Das Besondere: Das Modell berücksichtigt auch die Seitenwand. Bei herkömmlichen Simulationen müssen die Autohersteller die Parameter gänzlich neu anpassen, sobald sich die Reifenbreite in der Simulation ändert oder der Reifendruck variiert. »Wir haben Geometrie und Materialeigenschaften komplett voneinander getrennt, man kann also die Geometrie des Reifens verändern, ohne das Modell angleichen zu müssen.« Auch die Autohersteller wissen dies zu schätzen: Die Simulation ist bereits weltweit im Einsatz, unter anderem bei Toyota und Daimler.

Zusätzlich zu dieser Simulation beziehen die Wissenschaftler nun auch die Temperatur ein: Denn der Reifen wird beim Fahren verformt bzw. durchgewalzt, und auch die Bremsen geben Hitze ab. In der Folge erwärmt er sich und verändert damit auch seine Eigenschaften. Die Forscher speisen die Ergebnisse aus »CDTire/3D« in das Temperatur-

### FORSCHUNG KOMPAKT

03 | 2015 || Thema 5

modell ein, simulieren anhand dieser Berechnungen, wie sich die Hitze im Reifen ausbreitet und koppeln die Ergebnisse zurück ins Strukturmodell. Das Schweizer Formel1-Team Sauber will das Temperatur-Modell künftig einsetzen, um ihre Rennwagen schneller zu machen.

»Da das System modular aufgebaut ist, können wir das Temperaturmodell an jedes beliebige Simulationstool koppeln«, sagt der Forscher. So lässt es sich auch an das Tool »CDTire/Realtime« anbinden. Diese Software kann etwa beim Auslegen eines Elektronischen Regelsystems wie dem Elektronischen Stabilitäts-Programm, kurz ESP, eingesetzt werden: Bricht der Wagen aus, bremst das ESP einzelne Räder gezielt ab. Dieses Tool läuft – ebenso wie die Temperaturberechnung – in Echtzeit, allerdings bislang nur auf großen Rechnern im Labor. Künftig kann es während der Fahrt im Auto auf dort installierten Mikrocontrollern eingesetzt werden, um die Genauigkeit des ESP zu erhöhen. Bis dahin, schätzt Bäcker, wird es noch etwa ein bis zwei Jahre dauern.



**CDTire/3D-Reifensimulation beim Überrollen eines Hindernisses. (© Fraunhofer ITWM) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)**