



# Visualisierung und Interaktive Systeme

Forschung am Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme (VIS) und am Visualisierungsinstitut der Universität Stuttgart (VISUS)

Broschüren des  
Informatik-Forum Stuttgart e.V.



**Titelfoto:**

Wissenschaftler analysieren die Visualisierung von Simulationsdaten auf der hochauflösenden Powerwall im Visualisierungsinstitut der Universität Stuttgart.

(Foto: SimTech, David Ausserhofer)



Universität Stuttgart

# Visualisierung und Interaktive Systeme

---

15 Jahre Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme (VIS)

8 Jahre Visualisierungsinstitut der Universität Stuttgart (VISUS)



Institut für Visualisierung  
und Interaktive Systeme



Visualisierungsinstitut  
der Universität Stuttgart

Broschüren des  
Informatik-Forum Stuttgart e.V.



# INHALT

---

<b>Grußworte</b>	<b>7</b>
Prof. Thomas Ertl – Institutsleiter VIS und VISUS .....	7
Prof. Ludwig Hieber – Vorsitzender infos e.V. ....	9
<b>Die Institute VIS und VISUS</b>	<b>11</b>
Rückblick von Thomas Ertl auf 15 Jahre VIS und 8 Jahre VISUS .....	11
Struktur von VIS und VISUS .....	18
Drei Standorte .....	18
Lehre .....	19
<b>Aktuelle Forschung</b>	<b>21</b>
<b>Abteilung Graphisch-Interaktive Systeme</b>	<b>21</b>
<b>Wissenschaftliche Visualisierung</b>	
Visualisierung von Strömung und Bruch in porösen Medien ..... SimTech	22
Visualisierung von Systemen mit großen Teilchenzahlen ..... SFB 716	23
Visualisierung dynamischer, komplexer Eigenschaften von Protein-Lösungsmittel-Systemen ..... SFB 716	24
Interaktive Visualisierung tropfendynamischer Prozesse ..... SFB-TR 75	25
Simulation von Fluid-Struktur-Akustik Wechselwirkungen ..... SPP 1648	26
Feldvisualisierung jenseits von Advektion ..... BW-Stiftung	27
Direktes Volumenrendering von DG-Daten der Umströmung einer Kugel ..... HONK	28
Simulation und Visualisierung von Lichttransport ..... Digital Media	29
<b>Wissenschaftliches Rechnen</b>	
Many Core Simulation and Visualization ..... MCSimVis	30
Fehler-tolerante Umgebungen für peta-scale MPI-Löser ..... FeTol	31
Strategien für die effiziente parallele Visualisierung .....	32
Interaktive Visualisierung für Gigapixel-Displays .....	33

## **Informationsvisualisierung und Visual Analytics**

Visual Analytics for Industrial Engineering .....	GSaME .....	34
Interaktive Visualisierung im Semantic Web .....		35
Visuelle Analyse von Bewegungsdaten .....	Digital Media .....	36
Visual Analytics von Sozialen Medien im Bevölkerungsschutz .....	VASA .....	37
Skalierbare Visuelle Analyse von Patenten und wissenschaftlichen Dokumentensammlungen .....	SPP 1335 .....	38
Visuelle Patentanalyse .....	iPadDoc .....	39
Visuelle Filterung .....		40

## **Interaktive Systeme**

Internet Protokoll basierte Kommunikation im öffentlichen Verkehr .....	IP-KOM-ÖV .....	41
Das digitale Archiv Stuttgart .....	DDA .....	42
Visuelle Analyse deutschsprachiger Poetiken .....	ePoetics .....	43
Wahrnehmungsbasierte Ähnlichkeit von Kunstwerken .....		44
Eye-Tracking und kognitive Aspekte in der Visualisierung .....		45
Assistenz für sensorisch Behinderte an der Universität Stuttgart .....	ASBUS .....	46
Softwareinterface eines kartenbasierten, haptischen Navigationssystems für sehbehinderte Menschen .....	HSI .....	47
Community-basierte Navigation für Menschen mit Behinderung .....	CobraNavi .....	48

## **Abteilung Intelligente Systeme**

Bewegungsschätzung / Optischer Fluss .....		50
Shape-from-Shading .....		51
3D-Stereorekonstruktion / Szenenfluss / Motion Capture .....		52

<b>Abteilung Mensch-Computer-Interaktion</b>	<b>53</b>
Assistenzsysteme für die Industrie .....	motionEAP .... 54
Simulationswerkzeuge für Endnutzer .....	SimTech .... 55
Multimodale Interaktion im Fahrzeug .....	56
3D-Displays im Fahrzeug .....	57
Interactive Belt-Worn Badge .....	Digital Media .... 58
Augmented Human Memory .....	RECALL .... 59
Intelligente Kleidung .....	SimpleSkin .... 60
Material Encounters with Digital Cultural Heritage .....	mesch .... 61
<b>Abteilung Soziokognitive Systeme</b>	<b>63</b>
Forschung durch weit verbreitete Systeme .....	64
Prädiktive Modelle für interaktive Systeme .....	65
<b>Arbeitsgruppe Visualisierung</b>	<b>67</b>
Visualisierung astronomischer Daten und Objekte .....	Astro .... 68
Visualisierung für integrierte und komplexe Simulationen .....	SimTech .... 69
Interaktion zwischen Textil- und Fluidsimulationen .....	Digital Media .... 70
Texturbasierte Strömungsvisualisierung .....	Texflowvis .... 71
Relativistische Visualisierung .....	72
Aggregations- und Multiskalentechniken .....	SFB 716 .... 73
Visualisierung dynamischer Netzwerke .....	74
Informationsvisualisierung und Visuelle Analytik für biologische Netzwerke .....	75
Softwarevisualisierung – Augmented Code .....	76
Visuelle Analytik von Videodaten .....	SPP 1335 .... 77
<b>Arbeitsgruppe Visual Computing</b>	<b>79</b>
Mobiles Streifenlichtscanning .....	80
Bildbasierte prozedurale Szenenrepräsentationen .....	Digital Media .... 81
Lichtfelder mit kontinuierlicher Raum/Winkel-Auflösung .....	JP-Programm .... 82

<b>Preise und Auszeichnungen</b>	<b>85</b>
Aktuelle Auszeichnungen .....	85
Weitere Auszeichnungen .....	88
<b>Öffentlichkeitsarbeit</b>	<b>89</b>
Girls Day .....	89
Kids Week .....	89
Informatiktag .....	90
Probiert die Uni aus! .....	90
Unitag .....	91
Tag der Wissenschaft .....	91
Besucherguppen am VISUS .....	92
<b>Fakten und Daten</b> (Stand: Juni 2014)	<b>93</b>
Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von VIS und VISUS .....	93
Alumni .....	95
Projektübersicht .....	99
Begutachtete Publikationen .....	101
Abschlussarbeiten .....	102
Abgeschlossene Promotionen .....	102

# GRUSSWORTE

---

## Prof. Thomas Ertl

Leiter des Institutes für Visualisierung und Interaktive Systeme und des Visualisierungsinstitutes der Universität Stuttgart, seit September 2013 Dekan der Fakultät 5 Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik.

---

Die Infos-Broschüre mit dem Titel „10 Jahre VIS – 3 Jahre VISUS“ ist zwar erst 2010 erschienen, wenn man aber darin blättert, scheint vieles veraltet. Von den damals vier Professoren sind zwei nicht mehr in Stuttgart, aber vier neue sind inzwischen dazu gestoßen. Mit seinen nunmehr sechs Abteilungen hat sich das VIS-VISUS-Ökosystem innerhalb weniger Jahren äußerst dynamisch weiterentwickelt. Die Broschüre von 2010 kann daher kaum mehr den Zweck erfüllen, der ihr einmal zuge-dacht war: der Öffentlichkeit und der Universität sowie Freunden und Kollegen einen Einblick in unsere aktuelle Forschung zu geben und Rechenschaft über das Erreichte zu ziehen.

Die vorliegende Neuauflage trägt den Untertitel „15 Jahre VIS – 8 Jahre VISUS“. Dass wir damit bereits vier Jahre nach der letzten Broschüre über fünf weitere Jahre berichten, zeugt sowohl von der enormen Dynamik als auch von Rundungsfehlern, mit denen solchen Rückblicke intrinsisch behaftet zu sein scheinen. Auch wenn das Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme (VIS) eigentlich erst bei der Fakultätsreform im Jahr 2002 gegründet wurde, habe ich bei meinem Dienstantritt an der Universität Stuttgart im Juni 1999 die bis dahin von Prof. Rul Gunzenhäuser geführte Abteilung Dialogsysteme des Instituts für Informatik informell in VIS umbenannt, um neben dem bisherigen Schwerpunkt der in-

teraktiven Systeme auch mein eigenes Forschungsgebiet, die Visualisierung, im Abteilungsnamen zu verankern. Und im Mai 2006 wurde bei einer Pressekonzferenz im Baden-Württembergischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst die Gründung von VISUS, dem Visualisierungsinstitut, als zentrale Einrichtung der Universität Stuttgart bekannt gegeben. 15 und 8 lässt sich also auch diesmal gut begründen.

Diese Broschüre entstand wieder auf Initiative meines geschätzten Vorgängers, unseres emeritierten Kollegen Prof. Rul Gunzenhäuser, dem ich auch für sein Engagement und seine Unterstützung in den vergangenen 15 Jahren herzlich danke. In der Hektik des Alltagsgeschäfts würde ein solches Werk nicht zustande kommen, wenn nicht jemand mit Autorität und sanftem Druck auf die Einhaltung der Fristen für die Beiträge achten würde. Ich danke den Kollegen und allen Mitarbeitern, die in kompakter Form die Schwerpunkte der Abteilungen sowie laufende Projekte und Forschungsvorhaben beschrieben haben. Tina Barthelmes, unsere Expertin für Öffentlichkeitsarbeit, hat das Ganze professionell zusammengeführt und gestaltet. Bei ihr bedanke ich mich genauso wie bei Prof. Hieber, dem Vorstand von Infos, für sein Grußwort und dafür, dass die Broschüre in der Reihe des Informatik-Forums Stuttgart erscheinen konnte.

Schließlich gilt mein Dank natürlich auch unseren Ehemaligen, die als Kollegen oder Gastwissenschaftler, als Postdocs oder Doktoranden eine Phase ihres Lebens am Institut verbracht haben und zum wissenschaftlichen Erfolg und zu den vielfältigen Lehraufgaben des Instituts beigetragen haben. Sie wurden bestens unterstützt durch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den Sekretariaten und im technischen Dienst, aber auch durch den Institutsverbund Informatik und die zentrale Verwaltung der Universität. Ihnen allen gilt mein besonderer Dank.

Prof. Dr. Thomas Ertl

---

## Prof. Ludwig Hieber

Vorstand des Informatik-Forums Stuttgart e.V. (infos)

---

Mit dem Institut für Visualisierung und interaktive Systeme (VIS) hat vor 15 Jahren in der Stuttgarter Informatik das neue Forschungs- und Lehrgebiet der Visualisierung Einzug gehalten. Unter der Leitung von Universitätsprofessor Dr. Dr. h.c. Thomas Ertl stellten sich rasch Erfolge ein. Zahlreiche Forschungsprojekte wurden eingeworben und von der Industrie, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und weiteren Drittmittelgebern gefördert. Die erfolgreiche Beteiligung am Exzellenz-Cluster SimTech der Universität Stuttgart und an mehreren Sonderforschungsbereichen sind Höhepunkte in der Institutsgeschichte. Das Fachgebiet wurde in der akademischen Lehre, der bisherigen Ausbildung von Diplominformatiker(inne)n und nun in der neuen Ausbildung von Bachelor- und Masterstudierenden fest verankert.

Die in dieser Broschüre aufgeführten neueren Projektergebnisse und Publikationen, die zahlreichen in VIS erreichten Studienabschlüsse und Promotionen und nicht zuletzt hochrangige internationale Auszeichnungen dokumentieren diese Erfolge auf eindrucksvolle Weise.

Im Jahre 2006 wurde auf Grund der erfolgreichen Arbeit von VIS – auf Antrag von Prof. Ertl - das Visualisierungsinstitut der Universität Stuttgart (VISUS) gegründet. Es konnte Anfang 2007 mit seiner Arbeit beginnen und seit 2010 in einem neuen Institutsgebäude fortsetzen, dem grundlegend erneuerten und erweiterten frühere Hysolar-Gebäude im Allmandring.

Inzwischen forschen und lehren an beiden Instituten neben vier Universitätsprofessoren auch zwei Juniorprofessoren, die von mehr als 60 wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie vielen mit der Verwaltung und der Technik befassten Kräften unterstützt werden.

Auf Initiative von Prof. Dr. Rul Gunzenhäuser erscheint diese Schrift als infos-Broschüre. Damit möchte das Informatik-Forum Stuttgart e.V. Herrn Prof. Thomas Ertl auch für seine langjährige Mitwirkung im Kuratorium von infos herzlich danken.

Die Erfolgsgeschichte von VIS und VISUS sollte für die infos-Mitglieder, insbesondere aber für die früheren, die jetzigen und die künftigen Projektpartner sowie für engagierte Drittmittelgeber von großem Interesse sein.

Die redaktionelle Vorbereitung, das Layout und die Bearbeitung der Grafiken brachten viel Arbeit mit sich. Dafür danken wir insbesondere Frau Tina Barthelmes von VISUS.

Prof. Dr. Ludwig Hieber



# DIE INSTITUTE VIS UND VISUS

---

## Rückblick von Thomas Ertl auf 15 Jahre VIS und 8 Jahre VISUS

Als ich im Juni 1999 die Professur für Praktische Informatik in der Fakultät für Informatik der Universität Stuttgart übernehmen durfte, war mein Vorgänger, Prof. em. Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. Rul Gunzenhäuser schon ein Jahr im Ruhestand. Die Abteilung Dialogsysteme des Instituts für Informatik mit fünf festen Mitarbeitern wurde vom Prof. Dr. Egbert Lehmann kommissarisch geleitet. Da innerhalb kurzer Zeit zehn Mitarbeiter aus meiner früheren Arbeitsgruppe an der Universität Erlangen mit nach Stuttgart wechselten, schloss die Abteilung bald wieder an frühere Größe an, allerdings mit einer deutlich anderen inhaltlichen Orientierung. Während vorher interaktive Systeme, also Benutzungsschnittstellen (auch für Hör- und Sehbehinderte) im Vordergrund standen, kam nun mit der computergraphischen Visualisierung ein neues Forschungs- und Lehrgebiet in die Stuttgarter Informatik. Da ich das Thema Mensch-Computer-Interaktion aber als äußerst wichtig erachtete und in gewissem Rahmen fortführen wollte, war der neue Name der Abteilung offensichtlich: Visualisierung und Interaktive Systeme (VIS).

Visualisierung hat das Ziel, abstrakte Informationen durch graphische Methoden sichtbar zu machen und dabei die enormen Fähigkeiten der menschlichen visuellen Wahrnehmung zu nutzen. Obwohl die Menschheit im Lauf ihrer kulturellen Entwicklung Bilder, Zeichnungen und Diagramme natürlich schon lange einsetzt, führte das Zusammentreffen von zwei Entwicklungen im Bereich der Computertechnik dazu, dass sich die Visualisierung Ende

der 1980er Jahre zu einer eigenständigen wissenschaftlichen Disziplin entwickelte. Auf der einen Seite war es die enorme Datenflut, die die immer leistungsfähigeren Supercomputer und Messgeräte (von Computertomographen bis zu Satellitenteleskopen) erzeugten, die neue Wege bei der Datenpräsentation erforderten. Zum anderen war es die dynamische Entwicklung der modernen Computergraphik, die innerhalb weniger Jahre den Stiftplotter im Rechenzentrum durch farbige Rastergraphik an jeden Arbeitsplatzrechner ersetzte. Anfang der 90er Jahre führten dann erste Fachkonferenzen weltweit zum Aufbau universitärer Visualisierungsarbeitsgruppen innerhalb der Informatik. So war die Professur, auf die ich 1994 an die Universität Erlangen-Nürnberg berufen wurde, eine der ersten in Deutschland, die speziell der Visualisierung gewidmet war.

Die Forschungsschwerpunkte während der ersten Jahre der jungen Abteilung VIS im Informatikgebäude in der Breitenwiesenstraße waren durch heute als klassisch geltende Themen der wissenschaftlichen Visualisierung geprägt. Im Rahmen von BMBF-Projekten und direkten Kooperationen mit der Automobilindustrie ging es darum, die Simulation bei der Fahrzeugentwicklung mit neuen graphisch-interaktiven Software-Werkzeugen zu unterstützen. Die Entwicklungen im Bereich Strömungsvisualisierung für Aerodynamikberechnungen und Preprocessing von Finite-Elemente-Modellen für virtuelle Crashtests stießen auf großes Interesse bei den industriellen Partnern und wurden später erfolgreich in kommerzielle Produkte umgewandelt. Im Bereich medizinische Visualisierung von 3D-Tomographie Daten wurde die Ko-

operation mit dem Neurozentrum der Universität Erlangen weitergeführt und machte die Stuttgarter Gruppe als Spezialisten für Volume Rendering international bekannt. Während im Bereich der Ingenieurvisualisierung zu diesem Zeitpunkt noch teure Graphikworkstations eingesetzt wurden und die Ergebnisse spektakulär in Stereo auf einer 2002 beschafften PowerWall demonstriert wurden, setzten wir im Bereich Volumenvisualisierung schon ab dem Jahr 2000 auf die aufkommenden programmierbaren PC-Graphikkarten. Die dafür von den Mitarbeitern neu entwickelten Algorithmen und Programmier-techniken sind heute Standard in den medizinischen Workstations aller großen Hersteller und führten zu ausgezeichneten und vielfach zitierten Publikationen.

Gleichzeitig verbreiterte sich die Gruppe sowohl methodisch als auch in den Anwendungsbereichen. In einem Projekt des SFB 382 („Verfahren und Algorithmen zur Simulation physikalischer Prozesse auf Höchstleistungsrechnern“) standen numerisch-orientierte Methoden für hierarchische Datenstrukturen und adaptive Visualisierungstechniken im Vordergrund. Im DFG Schwerpunktprogramm „Verteilte Verarbeitung und Vermittlung Digitaler Dokumente“ ging es um Chemische Visualisierung im Internet, in einem Landesforschungsschwerpunkt um Stadt- und Terrainvisualisierung. An die Tradition der Arbeitsgruppe im Bereich rechnergestütztes Lehren und Lernen knüpfte das BMBF-Projekt Information Technology Online an, in dem web-basierte Graphik für Lehrmaterialien insbesondere auch für Sehbehinderte weiterentwickelt wurde.

Als im Rahmen der Zusammenführung von Informatik und Elektrotechnik zu einer neuen Fakultät auch die Institutstruktur der Stuttgarter Informatik neu

gestaltet wurde, ging im Herbst 2002 die Abteilung VIS (gestärkt auch durch erste erfolgreiche Bleibeverhandlungen) in das Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme über. Der Umzug in das neue Informatikgebäude im Herzen des Vaihinger Campus gab auch Raum für die bis dahin auf ca. 20 Mitarbeiter angewachsene Arbeitsgruppe. Ein erfolgreiches Projekt zur Visualisierung auf mobilen Geräten in der DFG Forschergruppe Nexus ermöglichte die Mitwirkung an einer erfolgreichen SFB-Initiative. Seit 2003 war VIS mit zunächst zwei Teilprojekten am SFB 627 („Umgebungsmodelle für kontextbezogenen Systeme“) beteiligt. Neben einem Teilprojekt im Bereich Augmented Reality konnten wir in einem anderen Teilprojekt an den hervorragenden Ruf der Arbeitsgruppe von Prof. Gunzenhäuser im Gebiet Informatik für sensorisch Behinderte anschließen und ein Navigations- und Orientierungssystem für Blinde entwickeln, das international auf großes Interesse stieß und von 2009 - 2013 auch durch das von der Universität Stuttgart direkt unterstützte ASBUS-Projekt weitergeführt wurde.

Trotz dieser Ausweitung der Aktivitäten in den Bereich Mensch-Computer-Interaktion blieb natürlich die Visualisierung insbesondere auch der Einsatz der immer leistungsfähigeren Graphikprozessoren (GPUs) auch in den folgenden Jahren im Zentrum der Forschungen des Instituts. In einem Projekt des DFG Schwerpunktprogramms „Bildgebende Messverfahren der Strömungsanalyse“ beschäftigten wir uns mit der Extraktion und Verfolgung von Strömungsmerkmalen wie Wirbelkernen. Im BMBF-Projekt OpenSG Plus stellten wir Hardware-beschleunigte Volumenvisualisierung in einer Open Source Graphik-Bibliothek auch einem breiteren Anwenderkreis zur Verfügung. In einer von der amerikanischen National

Science Foundation geförderten Kooperation arbeiteten wir mit der Purdue University an funktionalen Datenkodierungen für die Visualisierung. Ein von der Landesstiftung Baden-Württemberg gefördertes Projekt zur Visualisierung von Molekulardynamik-Simulationen legte die Grundlagen für unsere Beteiligung an einem weiteren SFB.

2006 war für VIS ein äußerst ereignisreiches Jahr. Ende Januar entschied ich mich, nach langen Verhandlungen einen Ruf an die TU Darmstadt verbunden mit der Leitung des Fraunhofer-Instituts für Graphische Datenverarbeitung abzulehnen und in Stuttgart zu bleiben. Das unterbreitete Angebot, mit VISUS ein forschungsorientiertes Visualisierungsinstitut als zentrale Einrichtung der Universität aufzubauen, erschien als konsequente Fortsetzung der bisherigen Aktivitäten von VIS und als eine gute Struktur, um die Visualisierung als interdisziplinären Kooperationspartner auf breiterer Basis in der Universität zu verankern. Mit großzügiger Unterstützung durch das Ministerium stellte die Universität dafür eine neue Professur, eine Juniorprofessur, entsprechende Mitarbeiterstellen, Investitionsmittel und eine Institutsinfrastruktur zur Verfügung. Bei der Vorstellung des neuen Instituts vor der Landespressekonferenz präsentierte der damalige Minister Frankeberg auch gleich das erste Projekt des neuen Instituts: Im Rahmen eines durch die Landesstiftung geförderten BW-FIT-Verbundvorhabens erforschte VISUS über mehrere Jahre zusammen mit weiteren Universitäten aus Baden-Württemberg neue Visualisierungsverfahren für Gigapixel-Displays.

Im Sommer 2006 konnte die nach Eintritt von Prof. Lehmann in den Ruhestand vakante Professur für Intelligente Systeme mit Professor Dr. Gunther Heidemann neu besetzt werden. Herr

Heidemann hatte sich in Bielefeld habilitiert und war anschließend an die Florida State University gewechselt. Da seine Forschungsschwerpunkte in den Bereichen Computer Vision, maschinelles Lernen und multimodale Interaktion liegen, entschloss er sich, seine Abteilung dem VIS-Institut anzuschließen. Dieses Zusammengehen war eine zukunftssträchtige Stärkung des Instituts, wurde damit doch die in Fachkreisen schon seit einiger Zeit mit dem Begriff Visual Computing bezeichnete methodische Konvergenz von Computergraphik und Computer Vision auch in Stuttgart strukturell verankert.

Im Herbst 2006 erfolgte die erfolgreiche Begehung des neuen SFB 716 („Dynamische Simulation von Systemen mit großen Teilchenzahlen“), bei dem das neugegründete VISUS von Anfang an mit drei Visualisierungsprojekten beteiligt war. Nach dem überraschenden Ausscheiden des Gründungssprechers Anfang 2007 wechselte dann auch die Geschäftsstelle des SFB an das VISUS. Das Jahr 2007 war auch geprägt durch das Stuttgarter Exzellenz-Cluster Simulation Technology. Die Bewilligung im Herbst war nach dem enormen Aufwand, den vor allem das Direktorium des SRC SimTech in Antragstellung und Begutachtung investiert hatte, eine wohlverdiente Forschungsperspektive. Auch an SimTech ist VISUS inzwischen mit mehreren Projekten beteiligt.

Im Sommer 2007 nahm Prof. Dr. Daniel Weiskopf den Ruf auf die bei VISUS angesiedelte neue W3-Professur für Visualisierung an. Herr Weiskopf hatte sich 2005 in Stuttgart für Informatik habilitiert und dann zwei Jahre als Assistent Professor an der Simon Fraser University in Vancouver gewirkt. Mit ihm konnte ein in der Visualisierung breit und international ausgewiesener Wissenschaftler an die Universität zurück geholt werden. Im Herbst folgte dann

die Berufung von Dr. Carsten Dachsbacher auf die W1-Professur für Visual Computing. Der für seine Arbeiten in der Echtzeit-Computergraphik bekannte Nachwuchsforscher kam von einer Postdoc-Stelle in einem INRIA-Labor bei Nizza nach Stuttgart. Um beide Professuren, die ja an einer zentralen Einrichtung der Universität angesiedelt sind, einfach in die Lehre des Fachbereichs Informatik zu integrieren, wurden sie über virtuelle Abteilungen auch in das Fakultätsinstitut eingebaut. Damit hatte das Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme im Jahr 2007 dann vier Abteilungen: Graphisch-Interaktive Systeme (Ertl), Intelligente Systeme (Heidemann), Visualisierung (Weiskopf) und Visual Computing (Dachsbacher).

Für die zusätzlichen VISUS-Professoren und -Mitarbeiter war im schon beim Einzug fast zu kleinen Informatik-Gebäude kein Platz mehr. Dem neugegründeten Institut wurde bei der Einrichtung zwar das ehemalige HYSOLAR-Gebäude im Allmandring 19 als Domizil in Aussicht gestellt, aber da dort zunächst umfangreiche Baumaßnahmen durchzuführen waren, kam VISUS erst in Räumen des TTI in der Nobelstraße unter. Nach finanzierungsbedingten Verzögerungen bei der Renovierung des Bestandsgebäudes und der Erstellung des neuen Anbaus war der Einzug in das eigene Institutsgebäude im Mai 2010 dringend notwendig, da es in der Zwischenlösung schon recht eng geworden war. Inzwischen ist das ehemalige HYSOLAR Gebäude des berühmten Stuttgarter Architekten Prof. Behnisch wieder von innen und außen ein Blickfang und alle VISUS-Mitarbeiter fühlen sich in der besonderen Atmosphäre heimisch. Eine technische Besonderheit ist das im Keller des Neubaus untergebrachte Visualisierungslabor mit einer hochauflösenden Stereorückprojektionswand mit fast 100 Milli-

onen Pixel. Dieses in seiner Art einmalige Forschungsgrößgerät wurde im Sommer 2010 installiert und erstmals zur offiziellen Gebäudeübergabe im Herbst 2010 vorgeführt. Seitdem wird die Hardware kontinuierlich optimiert und die Softwareentwicklung vorangetrieben. Daneben dient dieses Labor aber auch als Demonstrator für unsere Visualisierungsforschung, was Gäste und Besucher in Staunen versetzt.



Im Visualisierungslabor am VISUS. Oben: hochauflösende Darstellungen im Großformat (Foto: SimTech, David Ausserhofer), unten: Projektorraum.

Leider konnte Jun.-Prof. Carsten Dachsbacher die neuen Räumlichkeiten nicht mehr richtig genießen, da er schon zum Mai 2010 einen Ruf auf einen Lehrstuhl für Computergraphik am benachbarten Karlsruhe Institute for Technology annahm. Er hatte sich in der kurzen Zeit in Stuttgart mit Projekten am Exzellenzcluster SimTech und am SFB 627 beteiligt und ein Projekt im Juniorprofessorenprogramm

des Landes Baden-Württemberg eingeworben. In der Lehre hatte er eine neue Vorlesung Visual Computing etabliert und mit seinen Beziehungen zur Computerspieleindustrie viele Studierende für Abschlussarbeiten gewinnen können. Glücklicherweise konnten wir die Juniorprofessur sofort wieder ausschreiben und zum Februar 2011 mit Dr.-Ing. Martin Fuchs besetzen. Martin Fuchs hatte am Max-Planck-Institut für Informatik in Saarbrücken promoviert und danach eine Postdoc-Phase an der Princeton-University in USA verbracht, bevor wir ihn für VISUS gewinnen konnten. Sein Arbeitsgebiet ist die Computergraphik, insbesondere Probleme der Erscheinungsbildsynthese und der Echtzeitsysteme für Computational Photography sowie datengetriebene Szenenrepräsentationen. Seine Juniorprofessur wurde im Herbst 2013 erfolgreich zwischenevaluert.

Im Frühjahr 2011 verließ auch Gunther Heidemann das VIS. Nach fünf erfolgreichen Jahren an der Universität Stuttgart, in denen er die Lehre in Künstlicher Intelligenz neu aufbaute und mit mehreren DFG-Projekten sein Forschungsprofil entwickeln konnte, folgte er einem Ruf auf eine Professur für Biologisch-orientierte Computer Vision am interdisziplinären Institut für Kognitionswissenschaften an der Universität Osnabrück. Auch hier führte die Wiederbesetzung schnell zum gewünschten Erfolg: Am 1.3.2012 trat Dr. Andrés Bruhn seinen Dienst als Professor für Intelligente Systeme an. Andrés Bruhn hat an der Universität des Saarlandes promoviert und dort auch seine Postdoc-Phase verbracht. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der Computer Vision und Bildverarbeitung: Bewegungsschätzung, Optischer Fluss, 3D-Rekonstruktion und Bildregistrierung. Neben der mathematische Fundierung der zugrundeliegenden Optimierungsalgorithmen liegt ihm auch

die Echtzeitverarbeitung an Herzen, was seine Ansätze für viele industrielle Anwender attraktiv macht.

Zu den strukturellen Maßnahmen der ersten Förderperiode des Exzellenzclusters Simulation Technology gehörte die Einrichtung einer neuen Professur in der Informatik, die Fragen der Benutzung von Simulationssystemen adressiert. Mit Prof. Dr. Albrecht Schmidt konnte Anfang 2011 die Professur Mensch-Computer-Interaktion und Kognitive Systeme erfolgreich besetzt werden, so dass dieses wichtige Thema in der Informatik und innerhalb von VIS nun mit einer eigenen Abteilung bearbeitet werden kann. Albrecht Schmidt leitete nach seiner Promotion in Karlsruhe zunächst eine DFG-Nachwuchsgruppe an der Ludwig-Maximilians-Universität in München, bevor er als Professor für Medieninformatik an der Universität Bonn und Abteilungsleiter beim Fraunhofer Institut für Intelligente Informations- und Analysesysteme (IAIS) berufen wurde. Ab Oktober 2007 war er Professor für Pervasive Computing an der Universität Duisburg-Essen, bevor wir ihn nach Stuttgart gewinnen konnten. Seine Forschungsinteressen liegen insbesondere in den Bereichen User Interface Engineering und mobile und eingebettete Interaktion insbesondere für Fahrzeuge und Wearable Computing. Damit verbreitert Albrecht Schmidt das Spektrum der Lehr- und Forschungsthemen von VIS erheblich, kann aber gleichzeitig in vielfältiger Weise an die Aktivitäten der Institutskollegen anknüpfen. Mit seiner VIS-Abteilung MCI bezog er Räume im neuen SimTech-Forschungsgebäude, die aber aufgrund seiner enorm erfolgreichen Drittmittelerwerbung schon jetzt nicht mehr ausreichen.

Zu diesem Wachstum beigetragen hat die Einrichtung einer weiteren Juniorprofessur am Institut. Im Oktober 2013 hat Dr. Niels Henze den Ruf auf eine

SimTech-W1-Professur für Informatik soziokognitiver Systeme angenommen, die im Exzellenzcluster SimTech insbesondere die Verbindung der Informatik zum Forschungsfeld Integrative Plattform der Reflexion und Bewertung stärken soll. Niels Henze hat an der Universität Oldenburg promoviert und war schon vor seiner Berufung ein Jahr lang als Postdoc in der Abteilung MCI tätig. Mit ihm ist das VIS-Institut auf nun sechs Abteilungen mit vier W3- und zwei W1-Professoren und insgesamt fast 80 Mitarbeitern angewachsen.

Zu den wichtigsten Forschungserfolgen der letzten Jahre gehören sicherlich die Bewilligung und Verlängerung großer Verbundprojekte. Der Fortsetzungsantrag für das Exzellenzcluster Simulation Technology band viele Ressourcen über fast ein Jahr hinweg und die Entscheidung zur Weiterförderung bis Ende 2017 war für die gesamte Universität eine Erleichterung. Von ähnlichem Stellenwert war die Verlängerung der Graduiertenschule Advanced Manufacturing Engineering (GSaME), an der VIS weiterhin mit einem Promotionsprojekt beteiligt ist. Auch der Transregio-Sonderforschungsbereich TRR75, an dem wir seit 2010 mit einem Teilprojekt zur Visualisierung von Tröpfchendynamik beteiligt sind, konnte positiv evaluiert in die zweite Förderphase gehen. Ein zentrales Vorhaben, an dem VISUS mit vier Projekten beteiligt ist, ist weiterhin der SFB 716 zur dynamischen Simulation von Systemen mit großen Teilchenzahlen. Auch hier hat die Vorbereitung der dritten Förderphase viel Energie gekostet; der positive Eindruck von der Begehung im Juni 2014 lässt uns auf eine Fortsetzung dieser Forschung bis Ende 2018 hoffen. Trotzdem müssen wir natürlich noch weiter in die Zukunft schauen: das Beratungsgespräch zu einem neuen Transregio-Sonderforschungsbereich

TRR161 mit dem Thema „Quantitative Visual Computing“ zusammen mit der Universität Konstanz verlief sehr gut. Wenn es bei der Begehung Anfang 2015 klappt, wäre die Hoffnung auf eine langfristige Forschungsperspektive, an der alle VIS-Abteilungen beteiligt sind, Wirklichkeit geworden.

Mit dem Ziel der Bewältigung der Datenflut ist die Visualisierung vor über 20 Jahren angetreten. Das Thema ist weiterhin hoch aktuell. Auch die Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik, die im September 2014 in Stuttgart stattfindet, widmet sich dem Thema Big Data. Im Bereich des High Performance Computing steht nach Erreichen der Peta-Flop-Leistung die Exascale Ära vor der Tür. Mit unserer Beteiligung am DFG Schwerpunktprogramm Exascale Computing haben wir diese Forschungsrichtung schon aufgenommen. Gleichzeitig nehmen die numerischen Algorithmen an Komplexität zu. Hochparallele, adaptive Simulationsverfahren stellen völlig neue Anforderungen an die Visualisierung, unsere aktuellen SimTech-Projekte sind dafür gute Beispiele. Die Datenvielfalt kann sich aber auch über viele Modellierungsskalen erstrecken. Ein interaktiver, auf Simulations- und Messdaten basierender visueller Zoom von der Ebene der Moleküle über Proteine und Zellen bis hin zu Organen bleibt wahrscheinlich trotz unserer ausgezeichneten Vorarbeiten in diesem Bereich noch einige Jahre Zukunftsmusik.

Noch stärker wächst die Gesamtheit der digital gespeicherten Information, aktuelle Schätzungen sprechen von einem Zeta-Byte pro Jahr ( $10^{21}$ ). Ob diese soziale Netzwerke im Internet oder Finanztransaktionen, Medikament-Datenbanken oder Kulturarchive sind, die Daten sind zu viele, als dass sie visuell dargestellt werden können. Hier müssen durch Such- und Analyseverfahren zunächst relevante Informationen

und semantische Zusammenhänge extrahiert werden, bevor der Mensch mit einer abstrakten Darstellung der Ergebnisse interagieren kann. Diese enge Kopplung von Datenklassifikation, Visualisierung und Interaktion wird seit einigen Jahren als Visual Analytics bezeichnet und VIS hat sich in diesem Gebiet inzwischen international sehr gut positioniert. Am DFG Schwerpunktprogramm zu diesem Thema sind wir auch in der zweiten Förderphase mit zwei Projekten zur visuellen Analyse von Literaturdatenbanken und zur Video-Visualisierung beteiligt.

Eng damit verbunden ist unsere Grundlagenforschung im Bereich der Informationsvisualisierung, also der Darstellung hierarchischer Datenstrukturen und Graphen, wie sie z.B. in der Software-Visualisierung oder in der Bioinformatik eingesetzt werden. Hinzu kommen grundsätzliche Aspekte der kognitiven Verarbeitung von Visualisierung, die wir durch unsere vielfältigen Aktivitäten im Bereich Eye-Tracking adressieren. Völlig neue Anwendungsszenarien ergeben sich aus der Zusammenarbeit mit den Geistes- und Sozialwissenschaften. Mit eHumanities wird das Ziel verfolgt, die Forschung in den Humanities durch Methoden der Informatik, insbesondere durch die Kopplung von computerlinguistischen Methoden und interaktiver Visualisierung zu bereichern. Bisher verfolgen wir das innerhalb des BMBF-Projekts ePoetics mit Stuttgarter Literaturwissenschaftlern und Maschinellen Sprachverarbeitern, hoffen aber, dass dieses Thema durch weitere Verbundprojekte in Zukunft noch deutlich wachsen wird.

Das Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme und das Visualisierungsinstitut der Universität Stuttgart haben sich seit der letzten Auflage unserer Broschüre also sehr dynamisch und erfolgreich entwickelt. Das VIS hat sich thematisch nochmals verbreitert,

das VISUS hat die Zwischenevaluations durch das Ministerium mit Bravour bestanden und die Universität hat die Nachhaltigkeit der Ressourcen zugesagt. Für die kommenden Jahre steht daher zunächst eine Konsolidierung des Erreichten an. Die fachliche Kompetenzen und die internationale Reputation aller Abteilungen sind schon jetzt beachtlich, es sind aber noch bei Weitem nicht alle Möglichkeiten der Zusammenarbeit innerhalb des Instituts erschöpft. Gemeinsam mit Fachbereich, Fakultät und Universität verfolgen wir weiterhin das Ziel exzellenter Forschung und Lehre.

## Struktur von VIS und VISUS

Das Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme (VIS) der Universität Stuttgart ist ein Institut im Fachbereich Informatik, das in die Fakultät Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik eingebettet ist. Das Institut besteht heute aus den folgenden Abteilungen:



### **Grafisch-Interaktive Systeme**

VIS, VISUS  
Prof. Thomas Ertl



### **Intelligente Systeme**

VIS  
Prof. Andrés Bruhn



### **Mensch-Computer-Interaktion**

VIS, SimTech  
Prof. Albrecht Schmid



### **Soziokognitive Systeme**

VIS, SimTech  
Jun.-Prof. Niels Henze



### **Visualisierung**

VISUS  
Prof. Daniel Weiskopf



### **Visual Computing**

VISUS  
Jun.-Prof. Martin Fuchs

Die Abteilungen von Prof. Thomas Ertl, Prof. Daniel Weiskopf und Jun.-Prof. Martin Fuchs sind gleichzeitig Arbeitsgruppen, die zum Visualisierungsinstitut der Universität Stuttgart gehören. Dieses wurde im Jahre 2006

als zentrale Forschungseinrichtung der Universität Stuttgart gegründet, die in Forschung, und Lehre eng mit VIS verknüpft ist, sich aber auf Forschungsthemen aus den Bereichen Visual Analytics, Visual Computing und Computergraphik konzentriert. VISUS betreibt seine interdisziplinäre, grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung in enger Zusammenarbeit mit Lehrstühlen, Instituten und Arbeitsgruppen anderer Fachrichtungen an der Universität Stuttgart.

Informationen über die aktuellen Forschung von VIS und VISUS werden in dieser Broschüre vorgestellt.

## Drei Standorte

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von VIS und VISUS arbeiten in drei Gebäuden auf dem Campus Vaihingen:



Die Abteilungen von Thomas Ertl und Andrés Bruhn sitzen im Informatik-Gebäude in der Universitätssstraße 38 in Stuttgart-Vaihingen.



Die Abteilungen von Albrecht Schmid und Niels Henze sitzen im SimTech-Gebäude im Pfaffenwaldring 5a in Stuttgart-Vaihingen.



Das VISUS mit den Arbeitsgruppen von Daniel Weiskopf, Martin Fuchs und Thomas Ertl hat seinen Sitz im Allmandring 19 in Stuttgart-Vaihingen (Foto: Ockert).

## Lehre

Die Abteilungen des Instituts VIS wirken in fast allen Studiengängen des Fachbereichs Informatik der Fakultät Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik mit. In den Fachgebieten Computergraphik, Visualisierung, Mensch-Computer-Interaktion, intelligente Systeme und Computer-Vision werden jährlich Lehrveranstaltungen im Umfang von mehr als 50 Semesterwochenstunden erbracht.

### Bachelor-Studiengang Informatik

In sechs Semestern werden die Grundlagen des Faches mit dem Studienabschluss „Bachelor of Science“ verliehen. In diesem Studiengang gibt es

- a) eine Vertiefung in Computergraphik/Visualisierung mit den Modulen Mensch-Computer-Interaktion, Computergraphik und Imaging Science sowie Bildsynthese und/oder Visualisierung.
- b) eine Vertiefung in intelligente Systeme mit den Modulen Mensch-Computer-Interaktion, Imaging Science, Computer Vision und/oder Grundlagen der Künstlichen Intelligenz.
- c) eine Vertiefung in Mensch-Computer-Interaktion mit den Modulen Mensch-Computer-Interaktion und Ubiquitäre Systeme.

Zur Vorbereitung auf die Bachelor-Abschlussarbeit dienen Seminare und Projekte aus dem Angebot von VIS.

### Bachelor-Studiengang Softwaretechnik

Dieser Studiengang betont den konstruktiven Aspekt und damit die Anwendung der Informatik in der Praxis. In diesem Studiengang wird erwartet, dass die Module Mensch-Computer-Interaktion und numerische und stochastische Mathematik belegt werden. Für eine Vertiefung bei den VIS-Abteilungen gelten die oben genannten Empfehlungen für den Bachelor-Studiengang Informatik.

### Bachelor-Studiengang Medieninformatik

Ab dem Wintersemester 2014/15 wird es einen weiteren Bachelor-Studiengang im Fachbereich Informatik geben: Die **Medieninformatik**. Die Studierenden eignen sich hier vertieftes mathematisches und ingenieurwissenschaftliches Wissen an, welches sie befähigt, Aufgabenstellungen der Entwicklung von digitalen interaktiven Systemen zu verstehen, kritisch einzuschätzen und zu lösen. Für diesen Studiengang wird das Institut VIS verantwortlich sein.

### Master-Studiengänge

Auch an weiterführenden Master-Studiengängen (Abschluss: Master of Science) bietet sich eine reiche Auswahl im Stuttgarter Fachbereich Informatik. Aktuell werden folgende Master-Studiengänge angeboten:

- Informatik
- Softwaretechnik
- Information Technology (englisch-sprachig)
- Computer Science

- International Master in Service Engineering
- Computational Linguistics
- Wirtschaftsinformatik.

Die Abteilungen des VIS-Instituts engagieren sich durch speziell abgestimmte Lehrveranstaltungen in der Mehrzahl dieser Studiengänge.

### Weitere Informationen

- „Personal- und Studienverzeichnis der Universität Stuttgart“ – erscheint in jedem Studienjahr in neuer Auflage
- „Studiengänge der Informatik an der Universität Stuttgart“, infos-Broschüre #11, Herbst 2012. Unentgeltlich erhältlich bei der infos-Geschäftsstelle Universitätsstraße 38
- Fachbereich Informatik:  
<http://www.informatik.uni-stuttgart.de>
- Informatik-Forum Stuttgart (infos):  
<http://www.infos.informatik.uni-stuttgart.de>
- Studienangebot der Universität Stuttgart:  
<http://www.uni-stuttgart.de/studieren/angebot/index.html>

# AKTUELLE FORSCHUNG

## Abteilung Graphisch-Interaktive Systeme

Die Abteilung Graphisch-Interaktive Systeme wird seit der Gründung von VIS von Prof. Thomas Ertl geleitet.

Die Aktivitäten dieser Abteilung widmen sich den Grundlagenfragen und Anwendungsaspekten von Computersystemen, die Interaktion mit graphischen Darstellungen erlauben, und überdecken damit die Bereiche Computergraphik, Visualisierung und Mensch-Computer-Interaktion.

Ihre Forschungsthemen sind die visuelle Analyse von digitalen Dokumentsammlungen, sozialen Medien und Bewegungsdaten, das Verständnis kognitiver Prozesse beim Umgang mit Visualisierungen, die Erstellung komplexer graphischer Abfragen und haptische Interaktions- und Darstellungstechniken sowie Orientierungs- und Navigationssysteme für Menschen mit Sehbehinderungen. Zudem werden Visualisierungsverfahren für Berechnungsdaten aus Strömungs- und Teilchensimulationen entwickelt. Methodischer Fokus sind Algorithmen für hochparallele Systeme als auch Techniken für große und hochauflösende Displays.

Auf den folgenden Seiten werden die aktuellen Forschungsprojekte im Einzelnen dargestellt.



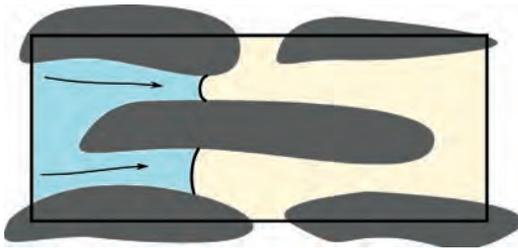
Prof. Thomas Ertl



## Visualisierung von Strömung und Bruch in porösen Medien

Im Rahmen des SimTech-Projekts „Visualisation of Flow and Fracture in Porous Media“ werden am Visualisierungsinstitut neue Ansätze zur Visualisierung der Strömungsdynamik und der Rissbildung in porösen Medien entwickelt.

Neue Techniken zur Simulation der zugrundeliegenden physikalischen Phänomene werden dabei von den Projektpartnern im Rahmen des SimTech-Projektnetzwerks PN5: „Multi-



Kapillar-Effekte bei der Strömung einer Flüssigkeit durch ein poröses Medium.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl,  
Dr. Filip Sadlo

**Mitarbeiter:** Michael Bußler

**Information:**

<http://go.visus.uni-stuttgart.de/simtech>

**Projekt:** Exzellenzcluster Simulation Technology (SimTech),  
Teilprojekt 5-8

**Laufzeit:** 2014 – 2016

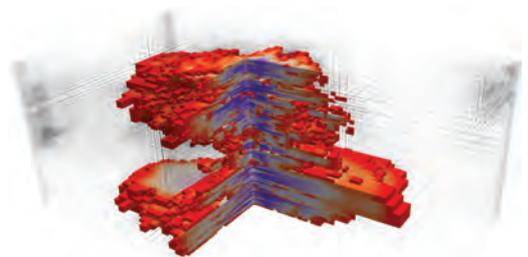
**Projektträger:**  
Deutsche Forschungsgemeinschaft



Beispielhafte Darstellung eines porösen Mediums.

Phase and Multi-Physics Modelling“ erforscht. Hierbei liegt der Fokus auch auf der Multiskalen-Formulierung der Lösungsansätze und deren effiziente Berechnung auf Hochleistungsrechnern.

Es werden neue Visualisierungstechniken entwickelt, die eine integrative Analyse von gleichzeitigen und wechselseitig abhängigen Prozessen der Rissbildung und der Strömungsbildung erlauben. Da die Zeitabhängigkeit und der Multiskalen-Aspekt die Gesamtkomplexität des Problems weiter erhöhen, liegt der Fokus bei der Visualisierung auf der effektiven Repräsentation und der Extraktion von aussagekräftigen Merkmalen.



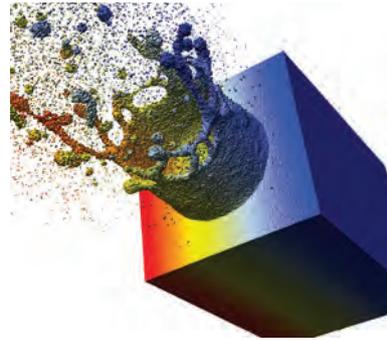
Sättigungsverteilung von Wasser in einem heterogenen porösen Medium.

## Visualisierung von Systemen mit großen Teilchenzahlen

Große zeitabhängige, partikelbasierte Datensätze, wie sie in den Simulationen des Sonderforschungsbereiches 716 entstehen, stellen eine große Herausforderung für Methoden zur Analyse dar. Insbesondere bei unerwarteten Ergebnissen und Effekten spielt die interaktive und explorative Analyse eine wichtige Rolle. Interaktive Visualisierung bietet sich als optimale Methode für solche Analysen an und ist daher ein wichtiger Aspekt des SFB 716.

Dieses Teilprojekt nimmt sich der interaktiven Visualisierungen großer zeitabhängiger Partikel Datensätze an und entwickelt dafür relevante neue Methoden und Algorithmen. Diese erfordern nicht nur weitreichende Fortschritte bei der Visualisierung von Punktdaten, sondern auch eine enge Ausrichtung an den spezifischen Anwendungsproblematiken anderer Teilprojekte.

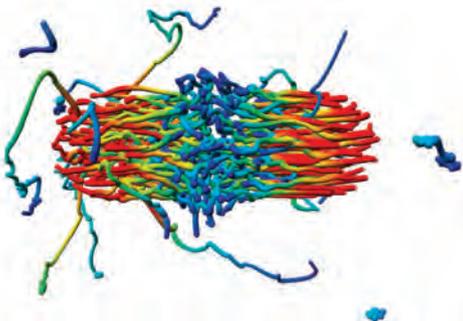
Während der bisherigen Projektlaufzeit entstand zu diesem Zweck ein erweiterbares und anpassbares Visualisierungsframework zur Darstellung von partikelbasierten Datensätzen:



Darstellung einer Laserablation mit ca. 48 Millionen Partikeln.

MegaMol™. Optimierte Renderer und Datenstrukturen bilden die Basis für aktuelle Visualisierungsforschung innerhalb und außerhalb des SFB 716.

Die partikelbasierte Visualisierung wird zusammen mit mehreren Teilprojekten der Forschergemeinschaft weiterentwickelt. Der Ansatz der punktbasierten Visualisierung und des GPU-Raycastings impliziter Oberfläche erlaubt qualitativ hochwertige und interaktive Darstellungen von Datensätzen mit mehreren Millionen Partikeln.



Agglomeration von Partikelbahnen, um ein überladenes Bild zu vermeiden und dem Betrachter dennoch die wichtigen Informationen präsentieren zu können.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl,  
Dr. Guido Reina  
**Mitarbeiter:** Daniel Kauker

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/sfb716>

**Projekt:** SFB 716 (Simulation von Systemen mit großen Teilchenzahlen), Teilprojekt D.3

**Laufzeit:** 2007 – 2014

**Projektträger:**  
Deutsche Forschungsgemeinschaft



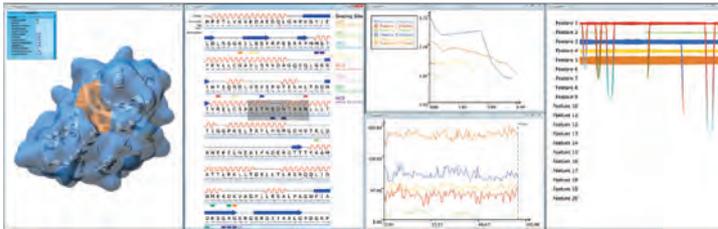
## Visualisierung dynamischer, komplexer Eigenschaften von Protein-Lösungsmittel-Systemen

Das Verhalten von Biomolekülen wie Proteinen oder DNA in unterschiedlichen Lösungsmitteln kann mit Molekulardynamik-Simulationen untersucht werden. Durch die stetige Weiterentwicklung der Simulationen können immer größere Moleküle und komplexere biochemische Zusammenhänge auf atomarer Ebene dargestellt werden.

Die interaktive Visualisierung dieser Daten ist ein essentieller Bestandteil für die effiziente Analyse der Simula-

tionsergebnisse. Allerdings stellt die steigende Komplexität und Größe der Daten für die interaktive Exploration und Visualisierung eine große Herausforderung dar, da oftmals der Berechnungsaufwand in Abhängigkeit von der Datensatzgröße ansteigt.

In diesem Projekt werden deshalb geeignete Visualisierungs- und Analysetechniken entwickelt, die es ermöglichen, komplexe Simulationsdaten zu erfassen. Zum einen wird das dynamische Verhalten der Moleküle sichtbar gemacht, das heißt, die Bewegungen der Moleküle sind als Animation zu sehen, und der Benutzer kann mit der grafischen Repräsentation interagieren. Zum anderen werden für eine detaillierte visuelle Analyse zusätzliche Eigenschaften extrahiert, die den Benutzer dabei unterstützen, die Funktion und Interaktion der Moleküle zu untersuchen.



Interaktive visuelle Analyse von Bindungsstellen und Kanälen eines Proteins. Die Ansichten links zeigen die Struktur des Proteins, die Diagramme rechts verschiedene Analyseergebnisse.

Ein Beispiel hierfür ist die Extraktion von

Bindungsstellen an einer Proteinoberfläche. Ziel hierbei ist es, die weiterführenden Berechnungen durch Ausnutzung moderner Hardware möglichst in Echtzeit auszuführen, um eine visuelle Repräsentation zu ermöglichen, die sich nahtlos in den explorativen Analyseprozess einfügt. So sollen auch bisher unbekannte Charakteristika der simulierten Moleküle erkannt werden.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl, Prof. Jürgen Pleiss (Universität Stuttgart, Institut für Technische Biochemie)

**Mitarbeiter/in:** Michael Krone, Katrin Scharnowski

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/sfb716>

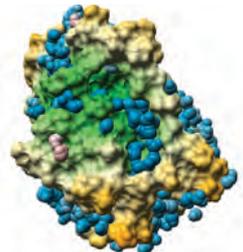
**Projekt:** SFB 716 (Simulation von Systemen mit großen Teilchenzahlen), Teilprojekt D.4

**Laufzeit:** 2007 – 2014

**Projekträger:**  
Deutsche Forschungsgemeinschaft



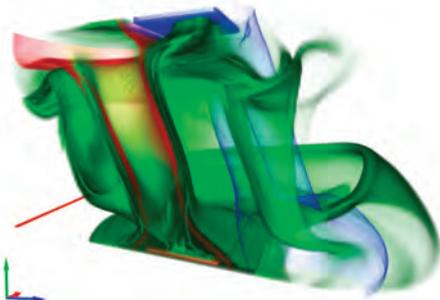
Proteinoberfläche mit gefiltertem Lösungsmittel. Der Farbverlauf zeigt eine biochemische Eigenschaft. Durch die Verwendung eines Distanzfilters werden nur mit dem Protein interagierende Wassermoleküle gezeigt.



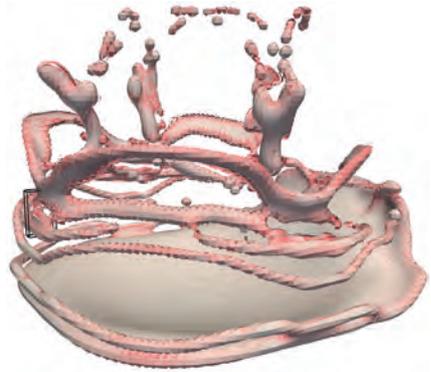
## Interaktive Visualisierung tropfdynamischer Prozesse

Die Tropfendynamik unter extremen Umgebungsbedingungen wie hohem Druck oder extremen Temperaturen spielt in vielen Prozessen der Industrie und Forschung eine wichtige Rolle. Im Sonderforschungsbereich Transregio 75 der Universität Stuttgart, der Technischen Universität Darmstadt und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt werden in Simulationen und Experimenten neue Erkenntnisse im Bereich der Tropfendynamik gewonnen. Die hohe Komplexität der involvierten Phänomene und die steigenden Datenmengen erfordert jedoch neue Analysemethoden. Das Visualisierungsinstitut erforscht dazu neue Techniken, um die gewonnenen Daten und Zusammenhänge angemessen zu untersuchen.

Zunächst stand der Einzeltropfen im Zentrum unserer Arbeit. Es wurden Visualisierungstechniken für Transportphänomene erforscht. Die entwickelte Visualisierung von Advektion-Diffusion-Prozessen erlaubt die interaktive Analyse von Wärme- oder Stofftransport. Ein weiteres Beispiel stellt unsere Methode zur Visualisierung von Vorgängen in Zweiphasen-Strömungslösern dar.



Visualisierung von Advektion-Diffusion-Prozessen mittels virtueller Tinte (grün). Beheizte (rot) und gekühlte (blau) Platten treiben eine konvektive Luftströmung an. Darstellung des wahren Wärmetransportes.



Oberflächen-Rekonstruktion in PLIC-basierten Zweiphasen-Strömungslösern. Rot eingefärbt sind Regionen mit großen Diskontinuitäten (Lücken). Komplexe Ligamenten-Struktur nach einer Tropfenkollision.

Inzwischen konzentrieren wir uns auf Tropfengruppen. Um einen direkten Zugang zur hohen Komplexität und Vielzahl von Tropfen zu bieten, wurde eine Technik entwickelt, die einerseits mittels abstrakter Graph-Darstellung die Raum-Zeit-Struktur der Tropfendynamik offenbart und andererseits eine explizite Untersuchung von Tropfen im dreidimensionalen Kontext erlaubt.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl,  
Dr. Filip Sadlo

**Mitarbeiter:** Grzegorz K. Karch

**Information:**

<http://go.visus.uni-stuttgart.de/sfb-trr-75>

**Projekt:** SFB-TRR 75 (Tropfendynamische Prozesse unter extremen Umgebungsbedingungen), Teilprojekt A.1

**Laufzeit:** 2010 – 2017

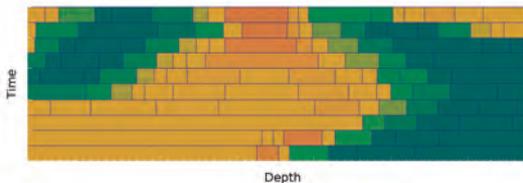
**Projektträger:**  
Deutsche Forschungsgemeinschaft



## Simulation von Fluid-Struktur-Akustik Wechselwirkungen

Dieses Projekt beschäftigt sich mit der Entwicklung neuer Visualisierungstechniken im Kontext massiv paralleler Simulationsumgebungen.

Im Unterschied zu herkömmlichen Visualisierungsansätzen, soll die Anwendung der entstehenden Techniken in-situ während der Simulation stattfinden. Dies bedeutet, dass die Verarbeitung und Aufbereitung der Visualisierungsinformation auf den Simulationsknoten des parallelen Systems selbst stattfindet.



Raum-Zeit-VDI für Volumenrendering. Verschiedene Regionen entlang eines Sichtstrahls (von links nach rechts) werden anhand ihrer Farbähnlichkeit und Zeitkohärenz (unten nach oben) zusammengefasst.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl

**Mitarbeiter:** Oliver Fernandes

**Information:**

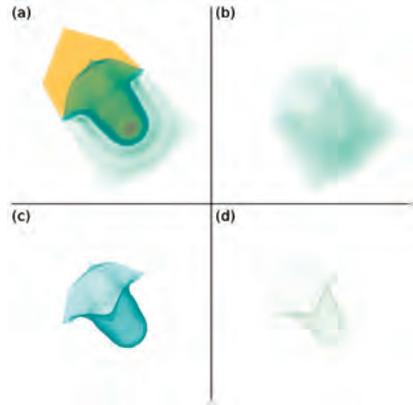
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/exascale>

**Projekt:** Simulation von Fluid-Struktur-Akustik Wechselwirkungen (Exascale)

**Laufzeit:** 2013 – 2016

**Projektträger:**

Deutsche Forschungsgemeinschaft



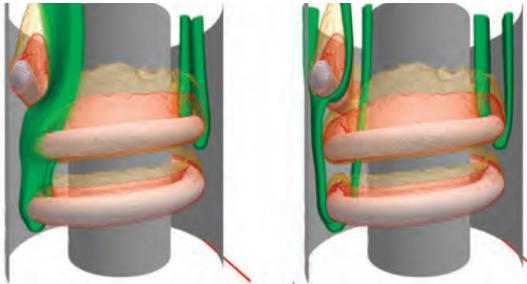
Ausgewählte VDI-Cluster b) -- d) des direkten Volumenrenderings eines ausgewählten Zeitschritts a).

Dies bringt verschiedene Vorteile mit sich. Zum einen sinkt die Netzwerklast, da nur tatsächlich darzustellende Information kommuniziert wird. Zudem stehen der Visualisierung dadurch die kompletten Daten an ihrer Quelle, den Simulationsknoten, ohne Mehraufwand zur Verfügung.

Um dies umzusetzen, entwickeln wir eine Technik, Volumetric Depth Imaging, welche auf direktem Volumenrendering basiert und die dreidimensionalen skalaren Daten blickwinkelabhängig komprimiert, indem ähnliche Bereiche entlang eines Sichtstrahls zusammengefasst werden. Darauf aufbauend, wird weiter die räumliche und zeitliche Kohärenz der zugrundeliegenden Daten genutzt, um ein Clustering räumlich-zeitlich ähnlicher Regionen durchzuführen. Diese mehrstufige Reduktion ist notwendig, um die enormen Datenmengen, die bei einer Exascale Simulation anfallen, zeitnah analysieren zu können. Außerdem liegt der Fokus auf der Balancierung zwischen Simulation und Visualisierung sowie der Synchronisation zwischen Strömungslöser und Visualisierungscode.

## Feldvisualisierung jenseits von Advektion

Die Visualisierung von Vektorfeldern ist ein wichtiger Teilbereich der wissenschaftlichen Visualisierung. Sie befasst sich mit Daten, die an jedem Punkt Richtung und Betrag einer Feldgröße darstellen. Mit solchen Daten lassen sich zum Beispiel Strömungen und Gravitationsfelder beschreiben. Bei der klassischen Vektorfeldvisualisierung

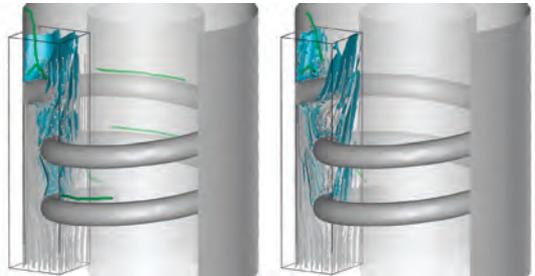


Advektion von virtueller Tinte (grün) mittels Advektion (links) und Advektion-Diffusion (rechts).

werden dabei nur die advektiven Eigenschaften solcher Felder betrachtet, also der direkte Transport bestimmter Quantitäten entlang der Feldrichtung. Strom-, Streich- und Pfadlinien sind einige wichtige Beispiele für solche Visualisierungskonzepte.

Im Rahmen des Eliteprogramms für Postdoktorandinnen und Postdoktoranden der Baden-Württemberg-Stiftung werden am Visualisierungsinstitut der Universität Stuttgart neue Visualisierungstechniken entwickelt, die, zusätzlich zu den advektiven Eigenschaften, auch die nicht-advektiven Eigenschaften von Phänomenen mit einbeziehen.

Eine erste solche Technik visualisiert den Wärmetransport im strömenden Fluid, indem zusätzlich zum Wärmetransport durch Advektion auch die Wärmeleitfähigkeit des Mediums berücksichtigt wird. In einem Folgeprojekt wird eine Technik zur Visualisierung der Gesamtstruktur des Advektions-Diffusions-Transports entwickelt. Hierfür wurden Konzepte der zeitabhängigen Vektorfeldtopologie auf Advektions-Diffusions-Prozesse erweitert.



Gleiche Strömung dargestellt mit Pfadlinien (weiß) und Gratflächen im Finite-Time Lyapunov Exponenten (blau) des advektiven Anteils (mitte rechts) und entsprechende Visualisierung des Wärmetransports mittels Advektion-Diffusion (rechts). Man erkennt den Wärmefluss durch Wärmeleitung weg von der Heizspirale.

**Projektleiter:** Dr. Filip Sadlo

**Mitarbeiter:** Stefan Heßel

**Information:**

<http://go.visus.uni-stuttgart.de/feldvis>

**Projekt:** Eliteprogramm  
Baden-Württemberg-  
Stiftung

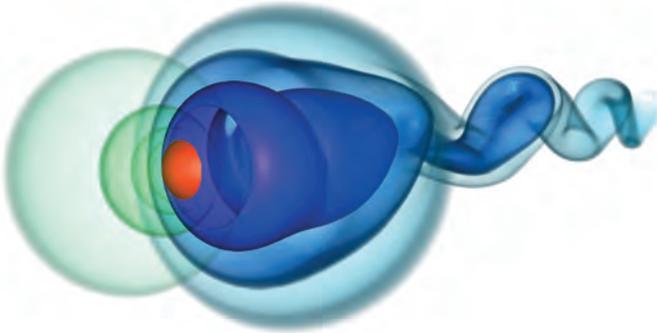
**Laufzeit:** 2013 – 2015

**Projekträger:** Baden-  
Württemberg-Stiftung



## Direktes Volumenrendering von DG-Daten der Umströmung einer Kugel

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt HONK (Industrialisierung von hochauflösender Numerik für komplexe Strömungsvorgänge in hydraulischen Systemen) ist eine Kooperation der Robert Bosch GmbH, des Höchstleistungsrechenzentrums Stuttgart sowie des Instituts für Aero- und Gasdynamik und des Visualisierungsinstituts der Universität Stuttgart.



Direktes Volumenrendering von DG-Daten der Umströmung einer Kugel.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl,  
Dr. Filip Sadlo

**Mitarbeiter:** Dr. Sebastian Boblest

**Information:**

<http://go.visus.uni-stuttgart.de/honk>

**Projekt:** Industrialisierung von hochauflösender Numerik für komplexe Strömungsvorgänge in hydraulischen Systemen (HONK)

**Laufzeit:** 2013 – 2016

**Projektträger:**  
Bundesministerium  
für Bildung und  
Forschung



Projektziel ist die Entwicklung und Industrialisierung eines effizienten, hochparallelisierbaren discontinuous-Galerkin (DG) Strömungslösers zur Simulation komplexer mehrphasiger Strömungen. Ein Fokus des Projektes ist die Behandlung dabei auftretender physikalischer Phänomene wie akustischer und elektromagnetischer Wellen und Phasenübergängen, insbesondere Kavitation.

Am Visualisierungsinstitut werden dazu Techniken zur Visualisierung von DG-Daten entwickelt, wobei insbesondere die Visualisierung der Phasenübergänge und Wellenphänomene im Vordergrund steht. Diese Techniken sollen direkt in den parallelen Strömungslöser integriert werden, um eine in-situ Visualisierung während der Simulation zu erlauben.

Dies trägt einerseits der anstehenden Ära des Exascale-Computing Rechnung, indem Simulationsergebnisse aufgrund ihres Umfangs nicht mehr abgespeichert, sondern direkt visualisiert werden. Andererseits stellt es einen Schritt hin zu einer integrativen Disziplin des Wissenschaftlichen Rechnens dar, welche Simulation und Visualisierung umfasst und vereint.

## Simulation und Visualisierung von Lichttransport

Die Erzeugung fotorealistischer Bilder auf der Basis rein virtueller Szenenbeschreibungen ist ein wichtiger Teil der Computergraphik mit breiter Anwendung in verschiedenen Industrien. Durch die steigende Verfügbarkeit hoher Rechenleistung setzen sich komplexe Methoden zur Lichttransportsimulation immer weiter durch. Dabei entstehen neue Herausforderungen sowohl auf Seiten der Simulation, als auch bei den Anwendungen.

Die Simulation von Lichttransport funktioniert für verschiedene Aspekte nicht gleich gut. Besonders herausfordernd sind dabei partizipierende Medien, wie zum Beispiel Wolken. Eine heterogene Dichteverteilung gepaart mit hohen Streukoeffizienten führt zu enormen Rechenzeiten. Dies kommt daher, dass die etablierten Verfahren die Trajektorien von Photonen explizit simulieren und bei längeren Wegen mehr Rechenaufwand nötig ist.

Im Rahmen dieses Projektes wurde ein Approximationsverfahren entwickelt, das eine Näherungslösung findet und dabei weniger Rechenleistung benötigt als gängige Standardverfahren (siehe Abbildung).

Der Trend hin zu physikalisch korrekten Methoden zur Bilderzeugung bedeutet ein Paradigmenwechsel auf Seiten der Anwender. Ein weiterer Aspekt dieses Projektes ist es daher, neue Wege für Nutzer zu finden, um Lichttransportsimulationen zu verstehen und mani-

pulieren zu können. Die Visualisierung nimmt dabei für das Verständnis und auch die Bearbeitung solcher Simulationen eine Schlüsselrolle ein.



(a) a (23 min)



(b) b (0.6 s)

Computergeneriertes Bild einer Wolke. (a) Gängige Standardverfahren benötigen für dieses Problem viel Rechenleistung, da Lichtpfade explizit simuliert werden. (b) Die Lösung des Approximationsverfahrens ist schneller berechnet und liefert für viele Anwendungen eine ausreichend gute Näherung.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl,  
Prof. Bernhard Eberhardt  
(Hochschule der Medien)

**Mitarbeiter:** David Körner

**Information:**

[http://go.visus.uni-stuttgart.de/  
promotionskolleg-digitalmedia](http://go.visus.uni-stuttgart.de/promotionskolleg-digitalmedia)

**Projekt:** Promotionskolleg  
Digital Media

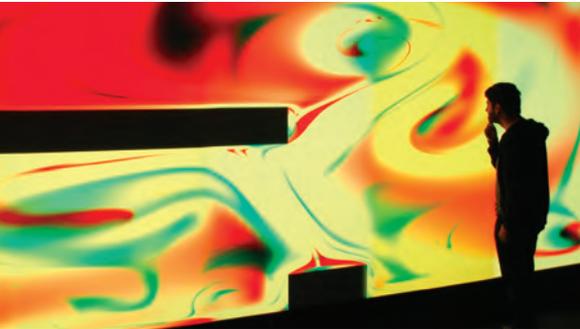
**Laufzeit:** 2012 – 2014

**Projekträger:**  
Ministerium für  
Wissenschaft,  
Forschung und Kunst  
Baden-Württemberg



## Many Core Simulation and Visualization

Das zentrale Ziel von MCSimVis ist es, FEM-Simulationen auf Basis des Löser PERMAS und der Visualisierung durch VisPER durch eine gemeinsame Nutzung neuer, hybrider Many-Core Architekturen zu beschleunigen. Dabei ergibt sich eine Beschleunigung nicht nur durch die Anpassung der



Hochauflösende Strömungsvisualisierung.

vorhandenen Werkzeuge an neue bzw. zukünftige Hardware-Architekturen. Wesentlicher Schwerpunkt ist der Auf-

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl

**Mitarbeiter:** Alexandros Panagiotidis, Daniel Kauker

**Information:**

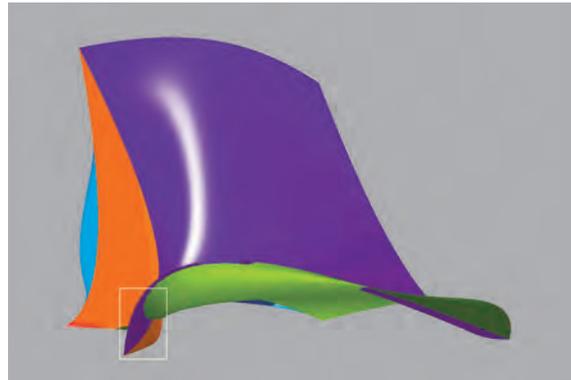
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/mcsimvis>

**Projekt:** Many Core Simulation and Visualization (MCSimVis)

**Laufzeit:** 2009 – 2012

**Projektträger:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung



Durch Tessellierung werden Strukturfehler in FEM-Modellen sichtbar.

bau einer durchgängig genutzten Abstraktionsschicht, welche die Interaktion beider Programme mit der Hardware vereinheitlicht und den gemeinsamen Zugriff auf verteilte bzw. hierarchische Modelldaten erleichtert.

Im Rahmen des Projekts ist die Abstraktionsschicht DIANA entstanden, um generisch und portabel Berechnungen auf Grafikkarten und CPUs durchzuführen, ohne sich um Details der verfügbaren Hardware zu kümmern. Dies erlaubt die effiziente Entwicklung von Applikationen in heterogenen Umgebungen. DIANA wird auch außerhalb des FEM-Umfeldes erfolgreich zur verteilten Visualisierung auf hochauflösenden Displays eingesetzt (Abbildung links).

Um die hierarchische Visualisierung verteilter Simulationsergebnisse zu ermöglichen, wurde ein neuer Visualisierungsansatz (Puxels) umgesetzt und optimiert. Dabei ist nun auch die korrekte Darstellung von verteilten Modellen mit semi-transparenten Teilen effizient möglich. Zusätzlich sind nun Strukturfehler von FEM-Modellen durch hardware-beschleunigte Unterteilung der FEM-Modelle sichtbar (Abbildung oben).

## Fehler-tolerante Umgebungen für peta-scale MPI-Löser

Das Ziel von FeToL ist eine minimal-invasive und ressourcen-effiziente Erhöhung der Ausfallsicherheit von High-End-Computing-Systemen durch einen auf dem ‚divide-and-conquer‘-Prinzip basierenden Softwareansatz, der system- und anwendungsübergreifende Methoden zur Behandlung unterschiedlicher Ausfallszenarien implementiert.

Neben den Arbeiten der Projektpartner zur Erhöhung der Robustheit von Strömungs- und Molekulardynamiksimulationen erarbeitet das Visualisierungsinstitut Verfahren und Systeme zur robusten, verteilten Visualisierung. Das beinhaltet die effiziente Visualisierung großer Datenmengen auf hochauflösenden Displays sowie die technische und methodische Behandlung von Ausnahmesituationen und Fehlerfällen.



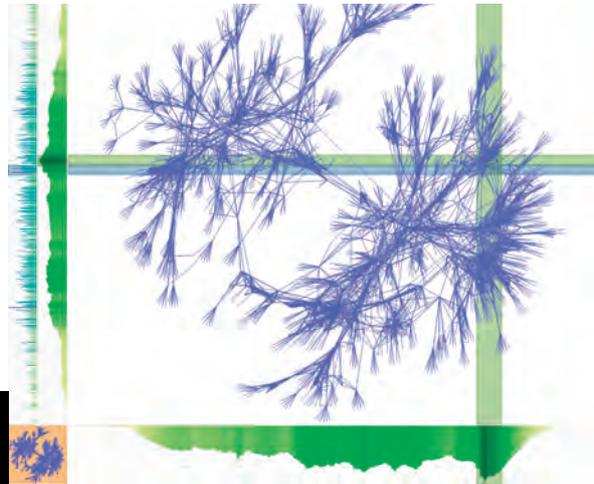
Verteilte Strömungsvisualisierung auf hochauflösendem Display.

Dazu müssen sowohl Visualisierung als auch Simulation dynamisch auf Ausfälle, bedingt durch Hard- und Software-Fehler, und entsprechende Wiederherstellungsmaßnahmen in der verteilten Rechenumgebung reagieren, um Anwendern eine reibungslose Darstellung Ihrer Daten zu bieten.

Die Auswirkungen der Fehler auf Leistung, Vollständigkeit und Korrektheit sollen durch Analysen des Gesamtsys-

tems und überlagerte Darstellung von Simulations- und Analysedaten dem Anwender direkt ersichtlich sein, wodurch Fehler und Probleme frühzeitig erkannt und behoben werden können.

Die Anzahl an hochdimensionalen und zeitabhängigen Daten dieser Systeme erfordert neue Methoden, um eine effektive visuelle Analyse zu ermöglichen.



Neue Methoden zur Visualisierung hochdimensionaler relationaler Daten.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl,  
Dr. Guido Reina  
**Mitarbeiter:** Alexandros Panagiotidis

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/fetol>

**Projekt:** Fehler-tolerante Umgebungen für peta-scale MPI Löser (FeToL)

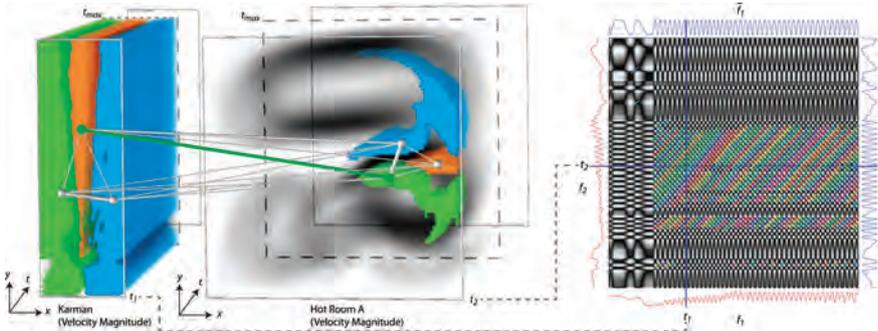
**Laufzeit:** 2011 – 2014

**Projekträger:**  
Bundesministerium  
für Bildung und  
Forschung



## Strategien für die effiziente parallele Visualisierung

Interaktive Exploration ist grundlegend für die visuelle Datenanalyse. Eine essentielle Bedingung hierfür ist die schnelle Reaktion der Visualisierungsanwendung auf Benutzereingaben.

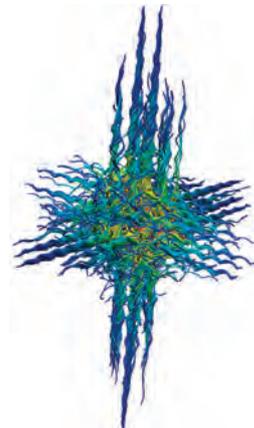


Ähnlichkeitsanalyse von Vorgängen in zeitabhängigen Feldern.

Unser Ziel ist, dies für verschiedene Bereiche der wissenschaftlichen Visualisierung zu erreichen, mit Schwerpunkt auf der Darstellung von Volumen. Ein Fokus liegt hier auf der effizienten Verwendung von hochparallelen Hardwarearchitekturen wie Grafikkarten oder Rechenclustern.

Ein Teil der Arbeit besteht in der Entwicklung von Verfahren zur Beschleunigung wichtiger Visualisierungsalgorithmen, z. B. durch neue Datenstrukturen,

Außerdem werden durch die dynamische Steuerung zur Laufzeit Anpassungen vorgenommen, z. B. zur Lastbalanzierung oder Anpassung der Darstellungsqualität an Rechengeschwindigkeit sowie Interaktionsweise des Benutzers.



Visualisierung von punktbasierter Simulation mittels repräsentativer Linien.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl

**Mitarbeiter:** Steffen Frey

**Information:**

<http://go.visus.uni-stuttgart.de/frey>



## Interaktive Visualisierung für Gigapixel-Displays

Die Verbreitung von Flüssigkristallflächbildschirmen und deren rasante technische Entwicklung in den letzten zehn Jahren haben dazu geführt, dass Computer immer größere Zahlen von Pixeln anzeigen können und müssen. Smartphones erreichen heutzutage mit einer Auflösung von fast 500 Pixeln pro Zoll die Grenze dessen, was das menschliche Auge wahrnehmen kann.

Noch schneller als die Menge der verfügbaren Ausgabekapazitäten sind jedoch die Datenmengen angewachsen, mit denen Menschen arbeiten. Die Visualisierung hat sich dabei als wichtige Methode zum Verständnis und zur Arbeit mit komplexen Daten etabliert. Ziel der Forschung in diesem Bereich ist es, hochauflösende Großbildschirme – wie die 45-Megapixel-Powerwall am Visualisierungsinstitut – für Anwendungen der Visualisierung nutzbar zu machen. Solche Anlagen mit mehr als 20 Megapixel werden üblicherweise aus mehreren LCDs oder Projektoren zusammengesetzt und oft mit mehr als einem Rechner betrieben.

Die inhärent verteilte Struktur, welche die Software für Powerwalls hat, erhöht deren Entwicklungsaufwand erheblich. Ein Ziel der Forschung in diesem Bereich ist daher die Entwicklung von Algorithmen und wiederverwendbaren Software-Komponenten, die die Komplexität der Hardware und der Netzwerkkommunikation vor dem Programmierer verstecken, aber dennoch auf die Anforderungen eines Graphik-Clusters zugeschnitten sind.

Viele wissenschaftliche Visualisierungstechniken sind schlecht auf große Anzeigergeräte skalierbar, da ihr Rechenaufwand direkt mit der Anzahl der Pixel steigt. Im Fall der Volumenvisualisierung, die beispielsweise in der Medizin oder Materialprüfung Anwendung findet, muss für jeden Bildpunkt der gesamte Datensatz durchlaufen werden, um die endgültige Farbe zu berechnen. Verfahren, die den Aufwand pro Pixel reduzieren, im Fall der Volu-



3D-Stereo-Visualisierung einer Laserablationssimulation auf der VISUS-Powerwall (Foto: SimTech/David Außerhofer)

menvisualisierung die Zahl der Datenzugriffe, sind daher ein weiterer Forschungsgegenstand. Auf der anderen Seite kann auch die Rechenkapazität erhöht werden, die für jedes Pixel zur Verfügung steht. Dies wird durch eine zweistufige GPU-Cluster-Architektur erreicht, die für die VISUS-Powerwall entworfen und implementiert wurde.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl  
**Mitarbeiter:** Christoph Müller

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/powerwall>



## Visual Analytics for Industrial Engineering

Die moderne Produktionstechnik sieht sich unterschiedlichen und wechselnden Umwelteinflüssen gegenüber, die ihr Wandlungsfähigkeit und Flexibilität abverlangen. Im diesem Projekt wurde untersucht, wie Visual Analytics dazu beitragen kann, IT-Systeme zu entwerfen, die diese Herausforderungen durch die Kombination von automatischen Analyseverfahren mit der Expertise menschlicher Experten meistern.



Das Visual-Analytics-System zur Layoutplanung für flexible Fertigungssysteme visualisiert durch Simulation gewonnene Kennwerte zu Werkstückdichten und Auslastungen.



Mit einem interaktiven Datenflussgraphen können Analyseanfragen definiert werden, die anschließend auf einem umfangreichen Datensatz von Fahrzeugdaten ausgewertet wird, während Fortschrittsberichte und Zwischenergebnisse angezeigt werden.

Ein im Rahmen des Projekts prototypisch implementiertes Planungssystem unterstützt die Layoutplanung für flexible Fertigungssysteme durch eine automatische Bewertung von Layoutvorschlägen mittels Simulation und die automatische Suche nach Layoutalternativen mit Hilfe eines evolutionären Algorithmus. Eine visuelle Darstellung der Werkstückdichte und anderer Kennzahlen ermöglicht es dem Planer, die Stärken und Schwächen jedes Layouts einzuschätzen.

In weiteren Arbeiten wurden Möglichkeiten der explorativen Datenanalyse mit interaktiven Datenflussgraphen untersucht und gezeigt, wie damit die Auswertung von Diagnosedaten von Werkzeugmaschinen unterstützt werden kann. Auf der Grundlage von Fahrzeugdaten aus dem öffentlichen Nahverkehr wurde ein ähnliches System für die Handhabung sehr umfangreicher Datensätze entworfen.

Das Folgeprojekt ‚Scalable Visual Analytics for Advanced Manufacturing‘ knüpft seit 2012 an diese Ergebnisse an.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl

**Mitarbeiter:** Michael Wörner,  
Dominik Herr

**Information:**

<http://go.visus.uni-stuttgart.de/gsame>

**Projekt:** Graduate School of Excellence advanced Manufacturing Engineering (GSAME)

**Laufzeit:** 2007 – 2017

**Projektträger:**

Deutsche Forschungsgemeinschaft



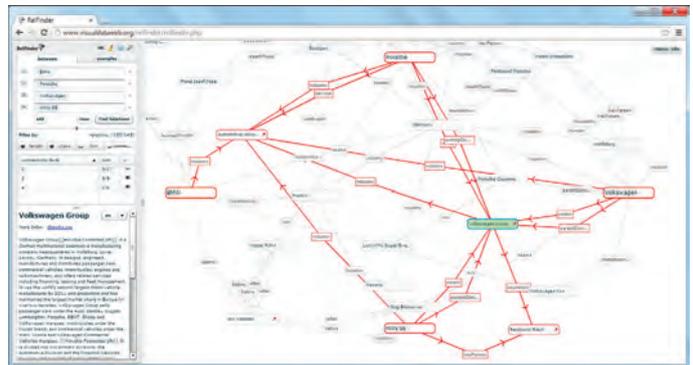
## Interaktive Visualisierung im Semantic Web

Beim Semantic Web handelt es sich um eine Erweiterung des World Wide Web, die es erlaubt, Informationen semantisch eindeutig zu beschreiben. In den letzten Jahren sind zunehmend semantische Datensätze über das Web verfügbar geworden. Ein populäres Beispiel ist das DBpedia-Projekt, in dem Informationen aus Wikipedia-Artikeln extrahiert und strukturiert zugänglich gemacht werden. Diese stark verknüpften und offenen Datensätze (Linked Data) bieten ein enormes Nutzungspotenzial.

Die Formulierung von semantisch eindeutigen Anfragen mittels Ontologien und künstlichen Sprachen wie SPARQL kann von gewöhnlichen Nutzern jedoch nicht er-

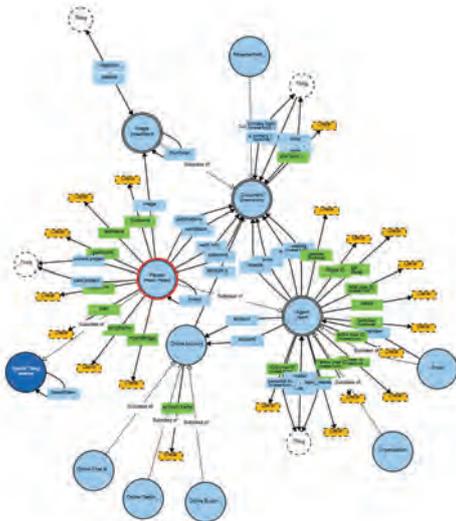
wartet werden. Daher werden geeignete visuelle und interaktive Ansätze benötigt, die eine einfache Formulierung von semantischen Suchanfragen sowie die Exploration, Analyse und Nutzung von Linked Data ermöglichen.

Im Projekt Visual Data Web wurden einige solcher Ansätze entwickelt. Ein Beispiel ist die Webanwendung RelFinder, die Beziehungen zwischen semantischen Daten extrahiert, visualisiert und interaktiv erfahrbar macht. Ein anderes Beispiel ist eine graphische Notation für die Visualisierung von



Die Anwendung RelFinder extrahiert und visualisiert Beziehungen zwischen Entitäten, die im Semantic Web beschrieben sind.

Ontologien auf Basis eines kräftebasierten Graph-Layouts. Assoziiert mit dem Projekt sind außerdem Arbeiten zur visuellen Filterung, im Speziellen zur interaktiven Erstellung von SPARQL-Anfragen für semantische Daten.



FOAF-Ontologie visualisiert mit der VOWL-Notation.

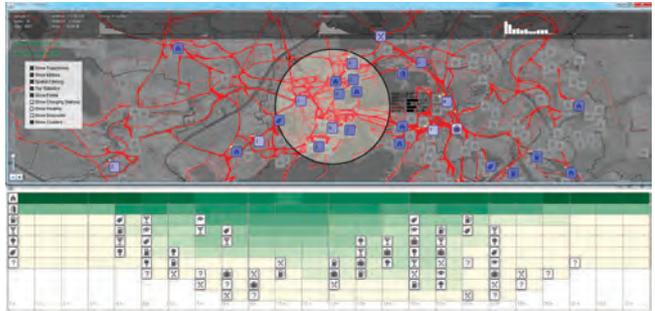
**Projektleiter:** Dr. Steffen Lohmann  
**Mitarbeiter:** Florian Haag  
**Gastwissenschaftler:** Dr. Stefan Negru

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/visualdataweb>

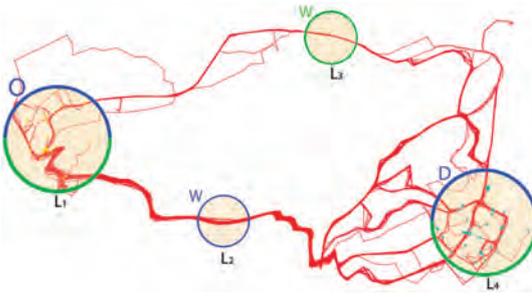


## Visuelle Analyse von Bewegungsdaten

Die Analyse großer Bewegungsdatensätze stellt besondere Herausforderungen, da diese Millionen von Routen mit unterschiedlicher Länge und Form über einen langen Zeitraum enthalten können. Bei einfacher geografischer Darstellung der Bewegungen (Trajektorien) kommt es allerdings häufig zu Verdeckungs-



Mit dem System lassen sich Bewegungsdaten semantisch anreichern und interaktiv analysieren.



Das Verknüpfen verschiedener Linsen ermöglicht komplexe räumliche Filteranfragen.

Analyse erleichtern. Hierzu gehört unter anderem raum-zeitliches Suchen, Filtern und Aggregieren von Trajektorien.

Neben rein visuellen Verfahren werden auch automatische Methoden aus dem Bereich des maschinellen Lernens eingesetzt, wie Clustering und Sequenzanalysen. Diese Verfahren werden dann eng und interaktiv mit den Visualisierungen verzahnt. Beispielsweise findet man so Hauptbewegungsströme und Gruppen, die sich ähnlich verhalten oder aufgrund ihres Bewegungsmusters gegenüber anderen auffällig sind.

Manchmal genügt es jedoch nicht, die reinen Bewegungsaufzeichnungen zu betrachten. Um ein umfassenderes Bild der Geschehnisse zu erhalten, werden die Datensätze mit zusätzlichen Informationen angereichert, etwa Nachrichten, Staumeldungen, Social-Media-Inhalten oder Wetterdaten. Die Verfahren können in verschiedenen Domänen Einsatz finden – zur Einschätzung von Verkehrsaufkommen, zur Untersuchungen von Besucherverhalten in Messen oder Kaufhäusern sowie zur Lageeinschätzung im Katastrophenschutz.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl,  
Prof. Johannes Maucher  
(Hochschule der Medien)

**Mitarbeiter:** Robert Krüger

### Information:

[http://go.visus.uni-stuttgart.de/  
promotionskolleg-digitalmedia](http://go.visus.uni-stuttgart.de/promotionskolleg-digitalmedia)

**Projekt:** Promotionskolleg  
Digital Media

**Laufzeit:** 2012 – 2014

**Projekträger:**  
Ministerium für  
Wissenschaft,  
Forschung und Kunst  
Baden-Württemberg



## Visual Analytics von Sozialen Medien im Bevölkerungsschutz

Die computergestützte Auswertung sozialer Medien, wie Twitter, Facebook oder YouTube, hat aufgrund ihrer Verbreitung und Aktualität nicht nur für Journalisten und Marktforscher sondern auch in den Bereichen Zivilschutz und Katastrophenverhütung an Relevanz gewonnen. Studien haben gezeigt, dass sich für fast alle Naturkatastrophen der vergangenen Jahre in den Diensten Augenzeugenberichte finden lassen, die Katastrophenanalysten nutzen könnten, um ihr Lagebild im Katastrophenfall zu verbessern und Rettungsarbeiten zu koordinieren.



Visualisierung europaweiter Bewegungsmuster in Twitter.

Im Rahmen dieses Projektes arbeitet das Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme gemeinsam mit Partnern aus Forschung und Industrie sowie dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) an Systemen zur interaktiven Auswertung von Echtzeitdaten aus Social Media Quellen.

Klassische Verfahren aus den Bereichen Informations- und Geovisualisierung werden hierzu mit Ansätzen aus den Bereichen maschinelles Lernen und Datenbanksysteme verschmolzen, um die Erfassung und Explorati-



Globale Auswertung von Echtzeitdaten mit Visual Analytics System.

on der gigantischen Datenmengen zu ermöglichen. Durch den Einsatz von Visual Analytics kann die automatische Datenverarbeitung um die Bewertung durch einen Katastrophenschützer ergänzt werden und so von dessen Einschätzung, Erfahrung und Intuition profitieren.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl

**Mitarbeiter:** Dennis Thom,  
Robert Krüger

**Information:**

<http://go.visus.uni-stuttgart.de/vasa>

**Projekt:** Visual Analytics for Security Applications (VASA)

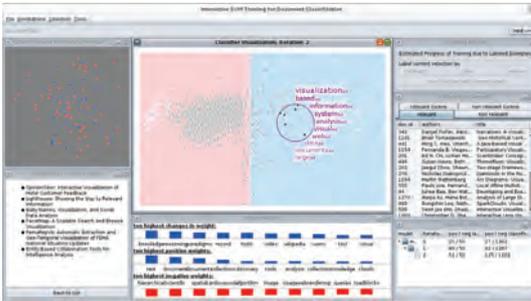
**Laufzeit:** 2011 – 2014

**Projekträger:**  
Bundesministerium  
für Bildung und  
Forschung



## Skalierbare Visuelle Analyse von Patenten und wissenschaftlichen Dokumentensammlungen

Das Projekt beschäftigt sich mit der Entwicklung neuer Analyse- und Suchverfahren für Textdaten mit dem Schwerpunkt auf Patent- und Wissenschaftsdokumenten. Die maschinelle Sprachverarbeitung entwickelt hierfür neue Verfahren, um Texte und Meta-



Visual Analytics Umgebung zur Erstellung eines binären Dokumentenklassifikators. Der fertige Klassifikator ist in der Lage, Dokumente aufgrund ihres Inhalts in zwei Gruppen, relevant und nicht relevant, zu teilen. Er kann von den Benutzern auf beliebige Dokumentensammlungen oder Dokumentenstreams angewendet werden, um Textsuchprobleme zu lösen.

daten, etwa Zitationen, effizient zu verarbeiten. Auf der Visualisierungsseite liegt der Schwerpunkt im Bereich Visual Analytics, einem jungen Forschungsgebiet zur Entwicklung neuer Technologien der Datenanalyse durch Kombination von Techniken der Informationsvisualisierung, Interaktionstechniken und automatischer Datenverarbeitung. Eine wichtige Rolle spielt hier die Möglichkeit der Einflussnahme auf automatische Analysemethoden, um diese den Zielen eines konkreten Analyseszenarios anzupassen.

Bisher erzielte Forschungsergebnisse umfassen u. A. eine visuelle und interaktive Umgebung zur Erstellung eines Dokumentklassifikators sowie eine Explorationstechnik für wissenschaftliche Veröffentlichungen. Ersteres ermöglicht es, ein maschinelles Verfahren zur Textklassifikation so anzupassen, dass Dokumente, die ein vom Benutzer spezifiziertes Thema behandeln, aus großen Textkorpora automatisch extrahiert werden können (Abbildung links). Letzteres enthält eine neuartige, aggregierte Darstellung kategorisierter Zitationen und hilft damit, Trends im Zitationsverhalten zu erkennen und zu ergründen (Abbildung unten).

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl  
**Mitarbeiter:** Dr. Steffen Koch, Florian Heimerl

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/spp1335>

**Projekt:** Schwerpunktprogramm (SPP) 1335 (Interactive Visual Analysis Systems of Complex Information Spaces)

**Laufzeit:** 2009 – 2014

**Projekträger:**  
 Deutsche Forschungsgemeinschaft

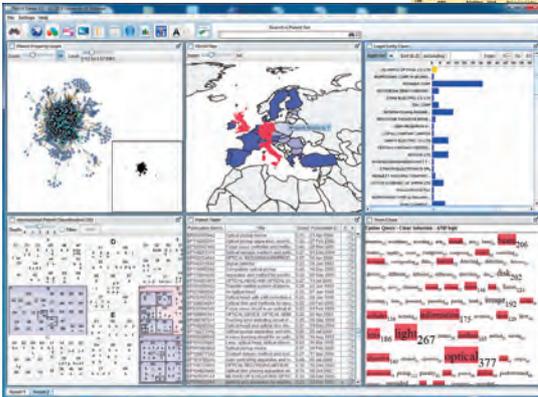


System zur Analyse wissenschaftlicher Dokumentensammlungen. Thematische Gruppierungen werden über die Zeit dargestellt. Davon ausgehend können Zitationsmuster, wichtige Autoren sowie einflussreiche Veröffentlichungen identifiziert und exploriert werden.

## Visuelle Patentanalyse

Patente gewinnen im Zeitalter globalisierter Märkte zunehmend an Bedeutung. Aktuelle Datenbanken umfassen weltweit mehr als 70 Millionen Patente, von denen derzeit rund 8 Millionen in Kraft sind, wobei die Zahl von Patentneuanmeldungen jährlich weiter steigt. Obwohl

des Projekts liegt auf der interaktiven Visualisierung von Patentinhalten. Mittels dynamischer Konzeptkarten und zeitbasierter Visualisierungen soll sowohl ein schneller Überblick über Themengebiete von Patenten als auch



PatViz-System zur visuellen Suche und Analyse von Patentdokumenten.

Patentdokumente mit einer Vielzahl an Zusatzinformationen in den Datenbanken gespeichert sind, ist die Suche und Analyse von relevanten Patentinhalten häufig schwierig und kostenintensiv.

Im bereits abgeschlossenen Projekt PatExpert konnten wertvolle Erfahrungen und Erkenntnisse im Bereich der visuellen Analyse von Patentdaten gesammelt werden. Unter anderem entstand das System PatViz, in dem die Ergebnisse einer Patentsuche auf Basis mehrerer Parameter in unterschiedlichen Ansichten visualisiert und analysiert werden können.

Mit iPatDoc ist das Institut derzeit an einem weiteren EU-Projekt im Bereich der Patentanalyse beteiligt. Der Fokus



Zeitbasierte Visualisierung von thematischen Entwicklungen und Trends in großen Dokumentenmengen.

eine Detailanalyse der Inhalte ermöglicht werden. Hierbei kommen unter anderem Verfahren aus dem thematisch verwandten Schwerpunktprogramm 1335 zum Einsatz.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl  
**Mitarbeiter:** Dr. Steffen Lohmann,  
Dr. Steffen Koch, Qi Han

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/ipatdoc>

**Projekt:** Interactive  
Contrastive Analysis of  
Patent Documentation (iPATDoc – 606163)

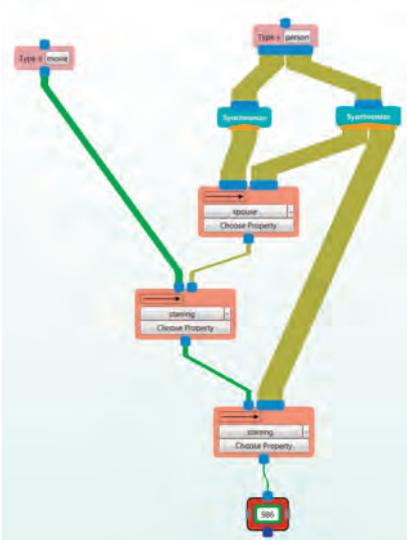
**Laufzeit:** 2013 – 2015

**Projekträger:**  
Europäische Union



## Visuelle Filterung

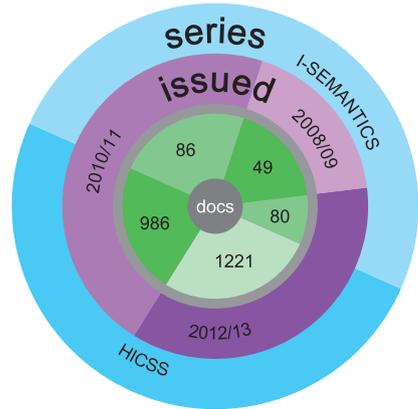
Die Menge der abrufbaren Informationen steigt immer weiter an, und das Auffinden von gewünschten Datensätzen wird dadurch zunehmend schwieriger. Insbesondere in Verbindung mit der Idee der Linked Open



Filter/Flow-Graph, der auf Grundlage der Wikipedia-basierten semantischen Datenbank DBpedia die Anzahl der Filme ermittelt, in denen Schauspieler gemeinsam mit ihren Ehepartnern aufgetreten sind.

Data Cloud – der Vereinigung verschiedenster öffentlich zugänglicher Datenbestände zu einer umfangreichen, mit zahlreichen Querverweisen verknüpften Wissensbasis – wird es schwieriger, gezielt bestimmte Informationen zu finden.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl  
**Mitarbeiter:** Florian Haag



FilterDial, das einen Überblick über die veröffentlichten wissenschaftlichen Papers auf den Konferenzen I-SEMANTICS und HICSS gibt, ein Stück weit aufgeschlüsselt nach Jahren.

Die Definition hinreichend genauer Suchparameter, die einerseits unerwünschte Ergebnisse ausfiltern, aber andererseits auch keine erwünschten Ergebnisse ausschließen, stellt dabei eine Herausforderung dar. Da die rein textuelle Eingabe in Form natürlicher Sprachen Mehrdeutigkeiten zulässt und im Fall formaler Sprachen den Benutzern fundierte Vorkenntnisse im Zusammenhang mit der Programmierung abverlangt, beschäftigt sich das Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme mit der grafischen Darstellung von Suchanfragen.

Ziel dieser Forschung ist es, komplexe Suchanfragen mit flexiblen Kombinationsmöglichkeiten für Filterkriterien visuell darzustellen, so dass Benutzer einen intuitiven Überblick darüber haben, welche Suchkriterien momentan angewendet werden, wie diese die Ergebnismenge(n) beeinflussen und wie sie geändert werden können, um die gewünschte Auswahl zu erhalten.

## Internet Protokoll basierte Kommunikation im öffentlichen Verkehr

Im Projekt IP-KOM-ÖV wurde eine Schnittstelle zum Datenaustausch im öffentlichen Verkehr definiert. Das Ziel war es, die Kommunikation zwischen Fahrgästen und Verkehrsbetreibern (Verbindungsauskunft, Echtzeitinformation, interaktive Reiseunterstützung) sowie von Verkehrsbetreibern untereinander (Anschlussicherung und Verbindungsauskunft über Verbindungsgrenzen hinweg) zu vereinheitlichen und dadurch die Herstellung, Verbreitung, Einrichtung und Verwendung von Systemen im Bereich des öffentlichen Verkehrs zu vereinfachen.



Zeit-Orts-basierte Verbindungsvisualisierung. Fünf alternative Verbindungen zwischen den Haltepunkten Stuttgart Hedelfingen und Ellental, von denen zwei einen Umstieg in Bietigheim-Bissingen erfordern, sind dargestellt.

An dem vom Verband deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) koordinierten Projekt beteiligten sich neben dem Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme der Universität Stuttgart weitere Universitäten (TU Darmstadt, TU Dresden, TU Ilmenau), Firmen aus der

Industrie mit Bezug zum Verkehrswesen (ANNAX Anzeigesysteme GmbH, HaCon Ingenieurgesellschaft mbH, INIT GmbH, IVU Traffic Technologies AG, Mentz Datenverarbeitung GmbH, Scheidt & Bachmann GmbH) sowie Verkehrsunternehmen (DB Mobility Logistics AG, Essener Verkehrs-AG, Stuttgarter Straßenbahnen AG, üstra Hannoverische Verkehrsbetriebe AG).



Abonnierte Verbindungen werden im Android-Prototyp angezeigt.

Die Universität Stuttgart beteiligte sich an der Definition der Schnittstellen und zugehöriger Testfälle. Zudem trug sie zur prototypischen Implementierung von Testanwendungen bei, um die Umsetzbarkeit der Schnittstellen für den Informationsaustausch mit mobilen Geräten zu zeigen.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl  
**Mitarbeiter:** Florian Haag

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/ipkomoev>

**Projekt:** Internet Protokoll basierte Kommunikation im öffentlichen Verkehr (IP-KOM-ÖV)

**Laufzeit:** 2010 – 2014

**Projektträger:**  
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie



## Das digitale Archiv Stuttgart

Das digitale Archiv Stuttgart (DDA) ist ein Lehrprojekt im Rahmen des MWK-Programms ‚Willkommen in der Wissenschaft‘. Kooperationspartner sind das Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme, die Neuere Deutsche Literatur (NDL) des Instituts für Literaturwissenschaft und das Deutsche Literaturarchiv, Marbach.

Geistes-  
wissen-  
schaften

Digital  
Humanities

Informatik

sich mit deren Forschungsmethoden vertraut zu machen. Die Digital Humanities sind dabei an der Schnittstelle zwischen Informatik und Geisteswissenschaften angesiedelt. Das Projekt soll Studienanfänger für eine Zukunft



Mit diesem Lehrprojekt und dessen anwendungsorientiertem Didaktikkonzept haben Studierende schon zu Beginn ihres Studiums die Möglichkeit, an den aktuellen Entwicklungen in den Digital Humanities teilzuhaben und

ausbilden, in der der Umgang mit großen und komplexen Mengen digitaler Texte und Bilder für fachliche Qualifikationen und beruflichen Erfolg entscheidend sind. Dabei wird auf Teamarbeit und intensive Betreuung gesetzt, um nachhaltiges Wissen zu schaffen.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl,  
Prof. Sandra Richter (Universität  
Stuttgart, Neuere Deutsche Literatur)

**Mitarbeiterin:** Tanja Blascheck

**Information:**

<http://go.visus.uni-stuttgart.de/dda>

**Projekt:** Das digitale  
Archiv Stuttgart,  
Willkommen in der Wissenschaft

**Laufzeit:** 2013 – 2016

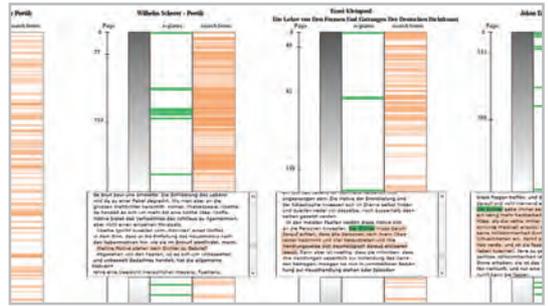
**Projekträger:**  
Ministerium für  
Wissenschaft,  
Forschung und Kunst  
Baden-Württemberg



Die Vorlesung Methoden der Digital Humanities soll dabei die Grundlagen in Theorie und Praxis vermitteln, die in den fachspezifischen Seminaren ergänzt und geübt werden. Unter anderem wird die digitale Aufbereitung von Archivmaterial, die Digitalisierung von Schriftgut, Tonaufzeichnungen und Bildbeständen behandelt. Außerdem stehen technische und methodische Arbeitsformen und Kompetenzen im Mittelpunkt, die den Umgang mit digitalisierendem oder digital entstandenen Material betreffen, d. h. die Sicherung, Erschließung und Benutzbarkeit von Datenbeständen, der Umgang mit digitalen Sekundärstrukturen, Metadaten, Datenbanken und Editionen.

## Visuelle Analyse deutschsprachiger Poetiken

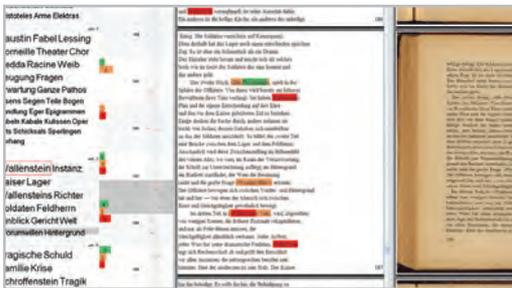
ePoetics ist ein Projekt aus dem Gebiet der eHumanities. Dieses steht für „enhanced Humanities“ und versteht sich, computergestützte Verfahren in geisteswissenschaftlichen Disziplinen einzuführen. ePoetics erforscht die Anwendung solcher Verfahren für die Analyse von speziellen Texten, nämlich



Visualisierung zur vergleichenden Analyse mehrerer elektronischer Dokumente. Dieser Ansatz erlaubt die Fokussierung und den Vergleich einzelner Textstellen, während gleichzeitig ein Überblick auf die Vorkommen aller zuvor gefunden oder extrahierten Abschnitte auf Dokumentenebene möglich ist.

schen Fragestellungen zu erschaffen und mit diesen bereits geformte Hypothesen zu überprüfen.

Visualisierung und die Methoden der Visual Analytics spielen dabei eine große Rolle, um automatische Analyseverfahren zu steuern, deren Effekte direkt am elektronischen Text interaktiv zu erforschen und damit zu einer neuen Form der computergestützten Literaturbetrachtung und -kritik zu kommen.



Grafische Oberfläche für die visuelle Zusammenfassung von automatisch extrahierten Texteigenschaften und -inhalten auf unterschiedlichen Ebenen. Ziel dieser Technik ist es, ein Methodenrepertoire für die Exploration und die Analyse einzelner literarischer Werke bereitzustellen.

Poetiken aus den Jahren 1770 bis 1960. Bei Poetiken handelt es sich um Texte, die sich unter anderem mit der Ästhetik, der Historie und der Kritik an literarischen Werken auseinandersetzen und als einer der Grundsteine der modernen Literaturwissenschaften gelten.

Konkretes Ziel des Projekts ist es, Techniken aus der maschinellen Sprachverarbeitung und der Visualisierung zu kombinieren, um Literaturwissenschaftler in ihrer wissenschaftlichen Arbeit mit den zuvor digitalisierten Dokumenten bestmöglich zu unterstützen. Mit Hilfe dieser Methodenkombination sollen Literaturwissenschaftler in die Lage versetzt werden neue Hypothesen zu entwickeln, sich eigene Werkzeuge zur Beantwortung ihrer spezifi-

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl  
**Mitarbeiter:** Markus John,  
Dr. Steffen Koch

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/ePoetics>

**Projekt:** Korpuserschließung und Visualisierung deutschsprachiger Poetiken (1770- 1960) für den „Algorithmic criticism“ (2013 - 2016) (ePoetics)

**Laufzeit:** 2013 – 2016

**Projekträger:**  
Bundesministerium  
für Bildung und  
Forschung



## Wahrnehmungsbasierte Ähnlichkeit von Kunstwerken

Beim Betrachten eines Bildes fixiert der Mensch nacheinander einzelne Punkte im Bild. Wir nehmen an, dass diese Fixationen gut geeignet sind, um Bilder zu charakterisieren. Insbesondere solche Punkte eines Bildes, die von vielen Menschen fixiert werden, scheinen geeignet, um Bilder so zu charakterisieren, dass sie identifiziert und bezüglich Ähnlichkeit im menschlichen Sinne verglichen werden können.

Was beim Fixieren eines Bildpunktes gesehen wird, entspricht jedoch nicht einem Pixelbild mit gleichmäßiger Auflösung. Nur in einem kleinen Umfeld des fixierten Punktes kann die Netzhaut das Bild scharf auflösen. Mit



Links: Bild mit voller Auflösung. Rechts: Visualisierung der maximalen Netzhautauflösung bei Fixierung des markierten Bereichs im Gesicht.

dem Abstand zur fixierten Stelle nehmen die Auflösung und das Farbsehen ab. Wir verwenden zur Charakterisierung von Bildern daher nicht nur die Verteilung der Fixationen, sondern auch die Bildinformationen in der unmittelbaren Umgebung der Fixationen.

Fixationen können zwar mit einem Eye-Tracker aufgezeichnet werden. Sollen sie dagegen für eine automatische Auswertung verwendet werden, muss man sie simulieren. Zu diesem Zweck haben wir einen Algorithmus entwickelt, der Abfolgen von Fixationen berechnen kann, die den Fixationen menschlicher Beobachter sehr nahe kommen.



Jedes der drei Bilder ist einmal mit simulierten und einmal mit aufgezeichneten menschlichen Fixationen dargestellt. Der Versuch die Versionen mit den simulierten Fixationen zu identifizieren zeigt, wie gut die simulierten Fixationen realen Fixationen entsprechen.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl  
**Mitarbeiter:** Hermann Pflüger

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/pflueger>



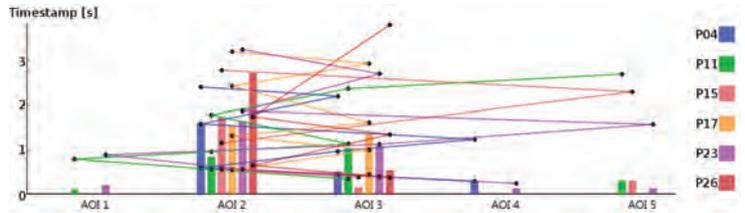
Beispiele von Bildmengen, die von unserem Ähnlichkeitsalgorithmus als ähnlich berechnet wurden.

## Eye-Tracking und kognitive Aspekte in der Visualisierung

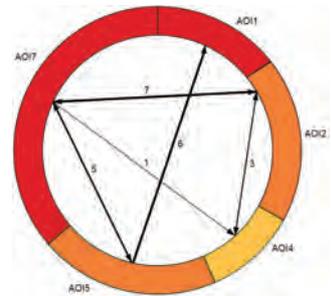
Der Einsatz von Eye-Tracking wurde in den letzten Jahren in der Visualisierungsforschung zunehmend beliebter. Eye-Tracking erlaubt es, die Augenbewegung von Menschen aufzunehmen, wenn diese eine Visualisierung betrachten. Dadurch kann untersucht werden, welche Strategien verwendet werden, um visuelle Aufgaben zu lösen.

Am Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme wurde dazu in den letzten Jahren erfolgreich eine Vielzahl von Eye-Tracking-Benutzerexperimenten durchgeführt. Zusätzlich wurden neuartige Visualisierungstechniken für Eye-Tracking-Daten entwickelt, um verschiedene Aspekte des Blickverhaltens näher untersuchen zu können. Unser Spezialgebiet ist es, Techniken des Visual Analytics und des Semantic Web einzusetzen, um Muster in Augenbewegungen zu finden. Auf Basis die-

ser Erkenntnisse werden dann Rückschlüsse auf perzeptive und kognitive Vorgänge bei der Arbeit mit Visualisierungen gewonnen. Diese Ergebnisse



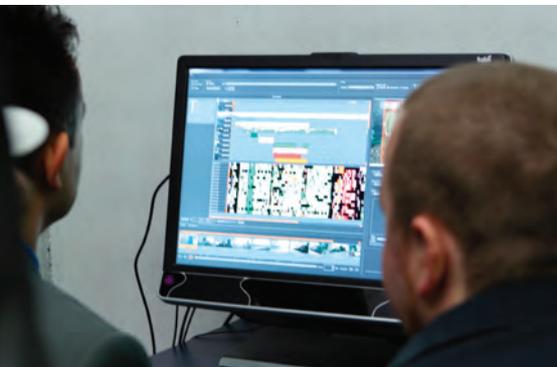
Die Parallele-Scan-Path-Visualisierung zur Analyse und zum Vergleich mehrerer Probanden.



Das Circular-Heat Map-Transition-Diagramm zur Analyse von Transitionen zwischen Areas-of-Interest.

finden Eingang in Kognitionssimulationen, mit deren Hilfe das Sehverhalten simuliert wird.

Das Ziel dieses interdisziplinären Ansatzes ist es, die visuelle statische oder interaktive Darstellung von Information optimal an die Betrachter der Visualisierung und deren Bedürfnisse anpassen zu können.



Aufzeichnen der Augenbewegung mit Eye-Tracking.

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl  
**Mitarbeiter/in:** Michael Raschke,  
 Tanja Blaschek

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/eye-tracking>



## Assistenz für sensorisch Behinderte an der Universität Stuttgart

Die Orientierung und die Navigation in den komplexen Gebäuden der Universität können zu einer echten Herausforderung werden – auch für sehende Menschen. Für blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen sind dort viele Ziele, die nicht entlang bekannter Routen liegen, ohne menschliche Assistenz nicht erreichbar.



Von den Universitätsgebäuden wurden Karten mit virtuellen Informationsbereichen erstellt. Über die Hyperbraille-Stiftplatte (rechts) lässt sich eine haptische Vorstellung der Umgebung vermitteln.

Für blinde und taubblinde Personen lassen sich Navigations- und Textinformationen aus den ASBUS-Karten akustisch sowie in Braille ausgeben.

Ziel des ASBUS-Projekts war es, vor allem Menschen mit Sehschädigungen die Universität Stuttgart unter Verwendung innovativer Hilfsmittel, die mit akustischen und haptischen Schnittstellen ausgestattet sind, zugänglich zu machen und die selbstbestimmte Navigation in unbekanntem Bereichen zu ermöglichen.

Hierzu wurden die Gebäude der Universität und Teilbereiche der Stadt Stuttgart mit vielen Detail- und Textinformationen kartiert und in ein speziell hierfür entwickeltes digitales, hierarchisches Kartenformat überführt.

Aus dem Projekt ging eine umfassende Geodatenbank mit detailreichen Karten hervor, die als Basis für eine – für alle – zugängliche und barrierefreie Universität verwendet werden kann. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass – unter Verwendung von Smartphone-Sensoren – schrittgenaue Indoor-Navigationssysteme für Menschen mit Sehschädigungen technisch realisiert werden können.

Abschließend lässt sich auch die Erkenntnis festhalten, dass individuelles und öffentliches Bewusstsein dahin gelangen muss, dass Inklusion mit kontinuierlichen Kosten verbunden ist, die gemäß der UN-Behindertenrechtskonvention und der Gesetze zur Inklusion zukünftig bereits bei der Errichtung neuer Gebäude und bei Umbauten in die öffentlichen Haushalte einzuplanen sind.

**Projektleiter:** Dr. Andreas Hub  
**Mitarbeiter/in:** Klaus Bosse, Lorenz Kley, Andrea Berghammer

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/asbus>

**Projekt:** Assistenz für sensorisch Behinderte an der Universität Stuttgart (ASBUS)

**Laufzeit:** 2009 – 2013

**Projektträger:**  
Universität  
Stuttgart



## Softwareinterface eines kartenbasierten, haptischen Navigationssystems für sehbehinderte Menschen

Auf der Basis der digitalen Karten aus dem ASBUS-Projekt sollte eine Hard- und Software für ein innovatives, odometrisches In- und Outdoor-Navigationssystem für Menschen mit Seh- und Hörseherschädigungen sowie Taubblindheit entwickelt werden.

Ausgehend von einem Funktionsmodell, das im Sonderforschungsbereich 627 entstand, sollte die Hardware verkleinert und sowohl das Hardware- als auch das Softwareinterface entsprechend den speziellen Anforderungen der Nutzergruppe ergonomisch optimiert werden. Die Schwerpunkte der Projektpartner IKTD (Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design) und HandyTech Elektronik GmbH lagen bei der Verbesserung der Hardware, deren haptischer Bedienbarkeit



Positionstracking für Personen mit Sehschädigungen unter Verwendung von Smartphone-Sensoren und Mapmatching-Algorithmen.

und der zugehörigen Elektronik. Aufgabe des Institutes für Visualisierung und Interaktive Systeme war es, die Software der Hardware anzupassen und gemäß den Erfordernissen und Wünschen von Menschen mit Sehschädigungen zu gestalten.

Die Ergebnisse des Projekts sind, auf Seiten der Software, die Implementierung neuer Mapmatching-Algorithmen, Smartphone-basiertes Positionstracking sowie die Entwicklung animierter Braillemuster für die effiziente Navigation. Bezüglich der Hardware wurde für Braille-Leser eine neue Braillezeile mit 16 Modulen und einer speziell für den mobilen Einsatz ausgelegten Tastenanordnung entwickelt. Für Nicht-Braille-Leser wurde außerdem ein innovatives Funktionsmodell mit adaptiven Stellteilen entwickelt. Es ermöglicht, zwischen einem (klassischen) Handy-Modus für die Zieleingabe und einem kompassartigen, haptischen Navigationsmodus zu wechseln.



Rechts: Braillezeile für den mobilen Einsatz. Die leicht nach außen gedrehte Tastatur lässt sich bequem vor dem Körper bedienen. Links: Hardwareinterface mit adaptiven, haptischen Stellteilen, speziell für die Mehrzahl der Nicht-Braille-Leser entwickelt.

**Projektleiter:** Dr. Andreas Hub  
**Mitarbeiter/in:** Sebastian Krysmanski, Andrea Berghammer, Lorenz Kley, Klaus Bosse

**Projekt:** Hard- und Softwareinterface-Entwicklung eines kartenbasierten, haptischen Orientierungs- und Navigationssystems für Menschen mit Sehbehinderung (HSI)

**Laufzeit:** 2011 – 2013

**Projekträger:** Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

## Community-basierte Navigation für Menschen mit Behinderung

Das Fehlen eines barrierefreien und passend aufgearbeiteten Umgebungsmodells stellt oft ein Hindernis für den tatsächlichen und flächendeckenden Einsatz von Navigationssystemen für Menschen mit Behinderung dar. Ein solches Umgebungsmodell sollte nicht nur die allgemeinen Gegebenheiten vor Ort abbilden, sondern auch die spezifischen Bedürfnisse und Fähigkeiten des Nutzers berücksichtigen. Da eine kommerzielle Erfassung dieser speziellen Daten nicht zu erwarten ist, entwickelt und erforscht dieses Projekt ein System, das auf Community-basierte Daten zurückgreift. Die Verwendung Community-basierter Daten ermöglicht den entsprechenden Nutzergruppen, Informationen hinzuzufügen, die evtl. nur für die entsprechende kleine Gruppe relevant sind.

Konkret werden OpenStreetMap-Daten durch ein regelbasiertes System individualisiert transformiert. Die dabei entstehenden Karten sind besser an die Bedürfnisse der jeweiligen Nutzer angepasst als die zugrundeliegenden Originaldaten. Darüber hinaus können die

**Projektleiter:** Prof. Thomas Ertl  
**Mitarbeiter:** Bernhard Schmitz

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/cobranavi>

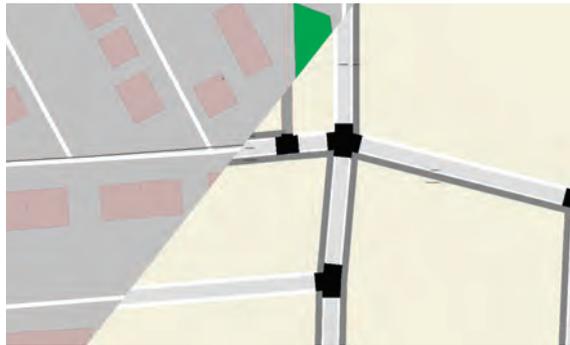
**Projekt:** Community-based real-world accessible Navigation (CobraNavi)

**Laufzeit:** 2012 – 2014

**Projekträger:**  
Deutsche Forschungsgemeinschaft



Es wurde ein Routengraph (blau) erzeugt, der Gehwege separat betrachtet. Der beste Weg ist hier nicht der kürzeste, ermöglicht aber die Überquerung einer Straße an einer Fußgängerampel.



Eine Karte wurde in eine spezifische Darstellung für Blinde umgewandelt (rechts), Gehwege und Kreuzungsgebiete zur ursprünglichen Darstellung hinzufügt. Die Informationen werden den Nutzern mit Hilfe von Touchscreen und Sprachausgabe vermittelt.

Karten für die einzelnen Stufen der Navigation optimiert werden. So kann z. B. die Darstellung der Karte durch Hinzufügung vorher nicht zugängliche Informationen über Gehwege und Straßenübergänge auf eine für den Nutzer geeignete Weise verbessert werden. Der Routenplanung wird ermöglicht, auf die Fähigkeiten des Nutzers Rücksicht zu nehmen, und textuelle Hilfestellungen für die Wegfindung blinder Nutzer können direkt in das Kartenmaterial integriert werden.

# AKTUELLE FORSCHUNG

---

## Abteilung Intelligente Systeme

Die Abteilung Intelligente Systeme wird seit März 2012 von Prof. Andrés Bruhn geleitet und widmet sich der Verarbeitung und Analyse von Bildern und Bildfolgen mit den Schwerpunkten Bildverarbeitung, Computer Vision, Mustererkennung und Scientific Computing.

Ihre aktuellen Forschungsthemen umfassen die Bewegungsanalyse in Einzel- und Stereobildfolgen, die Rekonstruktion von 3D-Objekten aus Stereo- und Beleuchtungsinformation, die Kompression von Bild- und Videodaten sowie die Entwicklung effizienter Algorithmen zur Lösung der zuvor genannten Probleme auf sequentiellen und parallelen Architekturen.

Typische Anwendungen sind Markerless Motion Capture, Fahrerassistenzsysteme, Videoaufbereitung und -konvertierung oder die Analyse biologischer und physikalischer Transport- und Deformationsprozesse.

Die aktuellen Forschungsaktivitäten der Abteilung Intelligente Systeme werden auf den folgenden Seiten vorgestellt.



Prof. Andrés Bruhn



## Bewegungsschätzung / Optischer Fluss



Oben: Verkehrsszene aus Fahrersicht.  
Unten: Berechnete Bewegung (farbcodiert).

Die ständige Weiterentwicklung moderner Technologien ermöglicht es in zunehmendem Maße, Informationen über die Umwelt aufzunehmen und digital zu verarbeiten. Eine mögliche Informationsquelle sind optische Systeme, die in Form von Kameras in zahlreichen (zunehmend mobilen) Geräten verbaut sind, und die, ähnlich dem menschlichen Auge, eine räumlich-zeitliche Darstellung der Umgebung erlauben.

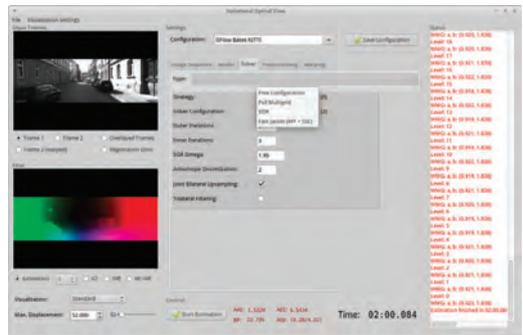
Typische Anwendungen finden sich im Bereich von Fahrerassistenzsystemen, Roboternavigation, Objektüberwachung und -verfolgung sowie der Videoverarbeitung und -kompression. Solche Systeme benötigen als Grundlage eine möglichst genaue Schätzung der Bewegung zwischen den aufgenommenen Bildern – den sogenannten optischen Fluss. Daher ist die ständige

**Projektleiter:** Prof. Andrés Bruhn  
**Mitarbeiter:** Michael Stoll,  
Sebastian Volz

Verbesserung der Algorithmen zur Flussschätzung seit über drei Jahrzehnten Gegenstand intensiver Forschung.

Unsere Abteilung befasst sich mit der Modellierung kontinuierlicher Optimierungsansätze (Variationsansätze) und deren effizienter algorithmischer Umsetzung auf sequentiellen und parallelen Architekturen.

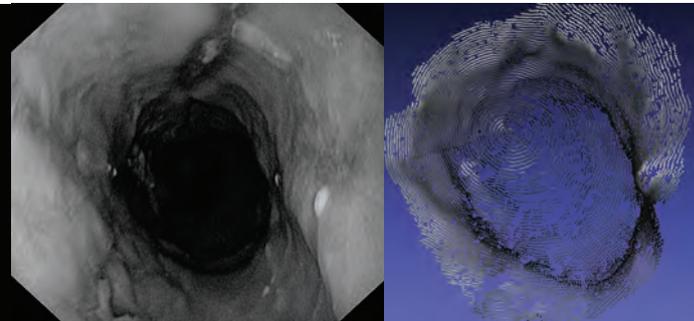
Die aktuellen Aktivitäten umfassen unter anderem die Einbindung schneller Bewegungen mittels vorberechneter Punktkorrespondenzen, die Mitschätzung von Beleuchtungsänderungen, die Berücksichtigung geometrischer Beziehungen, die Erweiterung des zeitlichen Horizonts durch zusätzliche Bilder, die Nutzung struktureller Information zur Abgrenzung von Objekten sowie die Beschleunigung der Berechnung durch verbesserte numerische Algorithmen und moderne Hardware. Ziel hierbei ist die verbesserte Robustheit und praktische Anwendbarkeit der Verfahren.



Software zur Bewegungsberechnung  
(hier: Eigenbewegung eines Autos)

## Shape-from-Shading

Shape-from-Shading ist ein zentrales Problem im Bereich Computer Vision. Das Ziel ist hierbei, die 3D-Tiefe eines Objekts aus einem einzelnen 2D-Bild zu ermitteln – unter der Annahme, dass das Reflexionsvermögen der Objektoberfläche und die Position der Lichtquelle bekannt sind. Für Shape-from-Shading gibt es eine Vielzahl interessanter industrieller Anwen-



Aufnahme der Speiseröhre mit Hilfe eines Endoskops.

3D-Rekonstruktion durch Shape-from-Shading.

dungen, angefangen von der Rekonstruktion kleiner Objekte in der Medizin, etwa von Zähnen oder Organen, bis hin zur Berechnung sehr großer Objekte in der Satellitenbildgebung oder der Astronomie, wie Gebirgsketten oder Planeten.

Eine Möglichkeit Shape-from-Shading-Ansätze zu modellieren, ist die Verwendung partieller Differentialgleichungen (PDEs). Diese basieren auf einer problemspezifischen Beschreibung von Oberflächenreflexion, Kameraposition und Lichtquelle. Da jedoch traditionelle PDE-basierte Ansätze Mehrdeutigkeiten in der Rekonstruktion zulassen, verwenden aktuelle Verfahren mathematisch tiefgreifende Konzepte, etwa Viskositätslösungen und zugehörige numerische Methoden, um eindeutige

Ergebnisse zu erzielen. Insbesondere die Lösung von Hamilton-Jacobi-Gleichungen mit Hilfe sogenannten Fast-Marching-Verfahren spielt hierbei eine wichtige Rolle.

Unsere Forschung auf diesem Gebiet umfasst alle Aspekte von der Modellierung bis hin zur Implementation: Den Entwurf mathematischer Modelle für allgemeine Beleuchtungssituationen, die Integration komplizierter nicht-Lambertscher Oberflächen sowie die Entwicklung von effizienten numerischen Verfahren zur schnellen Lösung der PDEs. Weiterhin ist geplant, Verfahren zum Shape-from-Shading und zur Stereorekonstruktion zu vereinen, um die Rekonstruktionsqualität weiter zu verbessern.

**Projektleiter:** Prof. Andrés Bruhn,  
Prof. Michael Breuß (BTU Cottbus)  
**Mitarbeiter:** Yong-Chul Ju

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/shape-from-shading>

**Projekt:** Variationsmethoden zur Fusion von Shape from Shading und Stereo

**Laufzeit:** 2013 – 2015

**Projektträger:**  
Deutsche Forschungsgemeinschaft



## 3D-Stereorekonstruktion / Szenenfluss / Motion Capture

Computer-Vision-Verfahren, mit denen Menschen und ihre Bewegungen mit zwei oder mehr Kameras aufgenommen werden, um diese virtuell als realistisches 3D-Modell zu rekonstruieren, bezeichnet man als ‚Markerless Motion Capture‘. Zum Einsatz kommen sie unter anderem in der Charakteranimation für Filme (Gollum in „Herr der Ringe“) oder zur Analyse von Bewegungsabläufen in der Biomechanik (Sport, Rehabilitation). Im Gegensatz zu herkömmlichen Ansätzen, die die Rekonstruktion aktiv durch sichtbare Marker auf dem Körper unterstützen, erfolgt die Rekonstruktion hier ohne externe Hilfsmittel.

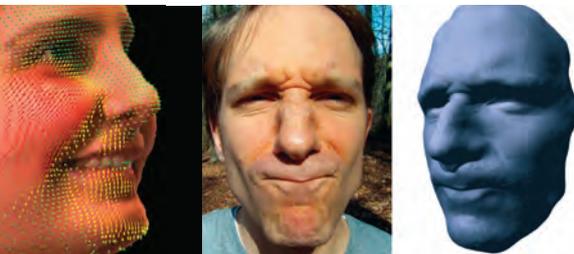
Eine Aufgabe im Bereich Markerless Motion Capture ist die Rekonstruktion von Gesichtsbewegungen – das sogenannte ‚Facial Performance Capture‘. Durch die Erstellung eines 3D-Gesichtsmodells und Rekonstruktion der zugehörigen Gesichtsbewegungen kann die Mimik von Schauspielern in bereits gedrehten Filmen nachträglich verändert werden. Auch das Ersetzen eines Schauspielers durch virtuelle



Aufnahme mit einer portablen Stereokamera.

Charaktere wird möglich. In Kooperation mit dem Max-Planck-Institut für Informatik in Saarbrücken wurden bereits komplexe mehrstufige ‚Facial Performance Capture‘-Verfahren entwickelt. Diese rekonstruieren zunächst die Gesichtsoberfläche, berechnen dann die 3D-Bewegung über die Zeit und machen schließlich mit Hilfe lokaler Beleuchtungsinformation sogar kleinste Details sichtbar.

Methodisch kombinieren die entwickelten Ansätze kontinuierliche Optimierungsverfahren zur Bewegungsschätzung mit Algorithmen zum Shape from Shading. Somit zeigen sie, wie Verfahren aus verschiedenen Forschungsgebieten konsequent und erfolgreich miteinander kombiniert werden können.



Gesichtsrekonstruktion mit Szenenfluss (links), Gesichtsaufnahme und Rekonstruktion im Freien (mitte und rechts).



Rekonstruktion des Gesichts mit und ohne Textur (innen) aus einem Stereobildpaar (außen).

**Projektleiter:** Prof. Andrés Bruhn

# AKTUELLE FORSCHUNG

## Abteilung Mensch-Computer-Interaktion

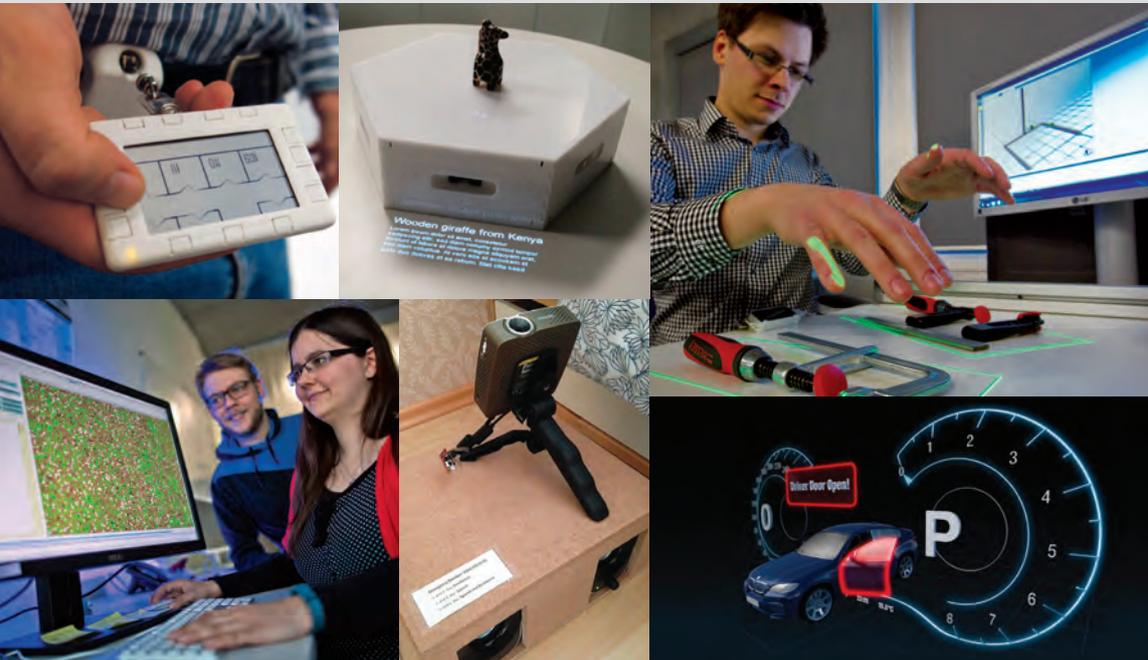
Die Abteilung Mensch-Computer-Interaktion und kognitive Systeme wurde 2010 im Rahmen des Exzellenzclusters SimTech eingerichtet und wird seither von Prof. Albrecht Schmidt geleitet.

Ihre Forschungsarbeiten beschäftigen sich mit dem Entwurf, der Entwicklung und der Umsetzung neuer multimodaler Interaktionsformen und natürlicher Benutzungsschnittstellen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Interaktion mit mobilen Geräten, eingebetteten Systemen und Simulationswerkzeugen. Der Forschungsansatz ist experimentell und die entwickelten Lösungen werden empirisch evaluiert. Ein übergeordnetes Ziel der Forschung an neuen interaktiven Systemen ist es, den Umgang mit Daten und Informationen zu vereinfachen und Werkzeuge zu bauen, welche die kognitiven Fähigkeiten von Menschen verbessern und erweitern.

Einen Einblick über die aktuellen Aktivitäten der Forschergruppe Mensch-Computer-Interaktion geben die folgenden Seiten.



Prof. Albrecht Schmidt



## Assistenzsysteme für die Industrie

Die Bewegungserkennung in Kombination mit Projektionen wird für Betriebe und Produktionsmitarbeiter im industriellen Einsatz zu einer Schlüsseltechnologie. Durch ein neuartiges kontextbewusstes Assistenzsystem (CAAS, context-aware assistive system), das diese beiden Technologien integriert, wird die Anreicherung der Arbeitswelt mit virtuellen Informationen (Augmented Reality) ermöglicht.



Ein 3D Modell repräsentiert die aktuelle Handposition des Arbeiters.

**Projektleiter:** Prof. Albrecht Schmidt

**Mitarbeiter:** Oliver Korn,  
Markus Funk

**Information:**

<http://go.visus.uni-stuttgart.de/motioneap>

**Projekt:** System zur Effizienzsteigerung und Assistenz bei Produktionsprozessen in Unternehmen auf Basis von Bewegungserkennung und Projektion (motionEAP)

**Laufzeit:** 2013 – 2015

**Projektträger:**

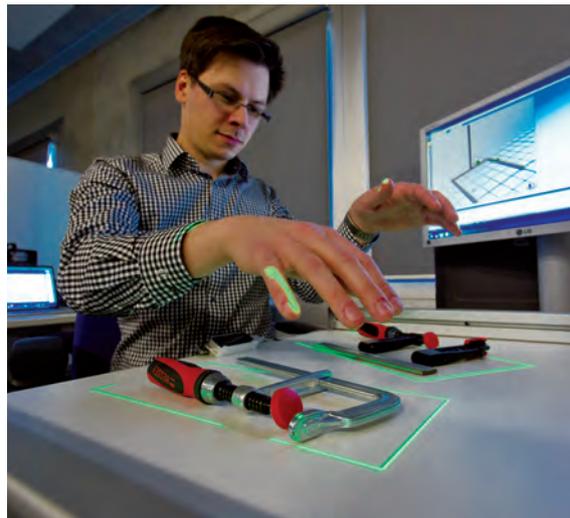
Bundesministerium  
für Wirtschaft und  
Energie



Ein solches System erhöht die Effizienz und Qualität von Arbeitsabläufen und ermöglicht durch die Einbindung von Gamification-Elementen auch eine Steigerung der Motivation und Arbeitsfreude.

Ziel des Projektes ist daher die Konzeption, Umsetzung und Evaluation eines solchen kontextbewussten Assistenzsystems im Rahmen eines agilen user-centered-design-Prozesses. Dabei werden die Anforderungen der Industrie mit den Anforderungen insbesondere älterer und leistungsgeminderter Anwender verbunden.

In einem ersten Prototyp wird derzeit erforscht, wie Mitarbeitern in der Produktion mithilfe von Bewegungserkennung und Projektion ein Feedback gegeben werden kann, das neben dem Arbeitsfortschritt auch ihre individuelle Verfassung berücksichtigt.



Der motionEAP Prototyp projiziert Feedback direkt in den Arbeitsbereich.

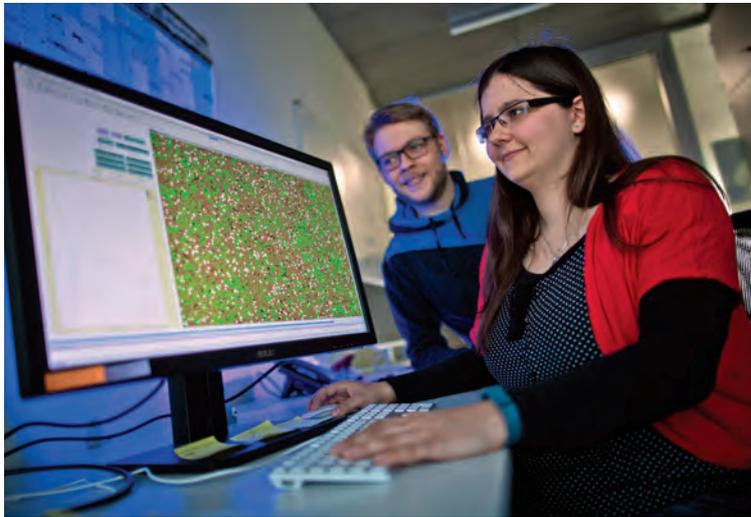
## Simulationswerkzeuge für Endnutzer

---

Heutzutage werden Simulationen meist nur im beruflichen Umfeld von Experten und Wissenschaftlern eingesetzt. Diese Experten verstehen die Grundlagen komplexer Modelle und sind geübt im Benutzen komplexer Softwareprodukte. Endnutzer werden meist außen vorgelassen, da ihnen das Expertenwissen, das formale mathematische Verständnis und die Programmiererfahrung fehlen, um leistungsfähige Simulationswerkzeuge zu bedienen.

Im Rahmen des Projekts sollen deshalb geeignete Interaktionsmethoden, Interaktionselemente und Visualisierungen identifiziert und entwickelt werden, die Endbenutzer und Experten mit geringer Programmiererfahrung bei der Erstellung von Modellen und der Ausführung von Simulationen unterstützen. Dabei soll auch untersucht werden, wie Unsicherheiten bei der Parameterwahl in der Modellierung am besten eingegeben werden können und wie diese Unsicherheiten bei der Simulation dargestellt werden sollten, um sie so gut wie möglich zu kommunizieren.

Dafür sollen verschiedene Bedienelemente und Visualisierungen auf einer Webplattform zur Verfügung gestellt



Agentenbasierte Simulationen lassen sich z. B. mit dem existierenden Simulationswerkzeug NetLogo ausführen<sup>7</sup>. Dafür sind jedoch grundlegende Programmierkenntnisse notwendig.

werden und ihre Auswirkungen anhand gesammelter Benutzungsdaten untersucht werden.

**Projektleiter:** Prof. Albrecht Schmidt  
**Mitarbeiterin:** Miriam Greis

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/simtech>

**Projekt:** Exzellenzcluster Simulation Technology (SimTech), Teilprojekt 7-5

**Laufzeit:** 2014 – 2016

**Projektträger:**  
Deutsche Forschungsgesellschaft



<sup>7</sup> Wilensky, U. (1999). NetLogo. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.

## Multimodale Interaktion im Fahrzeug

Autos sind weit mehr als ein reines Transportmittel. Sie bieten dem Fahrer mehr als nur von einem Ort zum anderen zu gelangen. Neben Komfort- und Unterhaltungsfunktionen wie die Klimatisierung, Radio oder Musik-Bibliotheken finden auch immer mehr Kommunikationsmöglichkeiten den Weg

die beliebig oft und lange von Nebenaufgaben unterbrochen werden kann. Im Auto hingegen ist die Interaktion „mit dem Computer“ nur eine Nebenaufgabe: Das Führen des Autos selbst ist die Hauptaufgabe. Um die Fahrsicherheit nicht zu beeinträchtigen, sollte diese Aufgabe nur selten und kurz unterbrochen werden. Die (visuelle) Aufmerksamkeit des Fahrers muss auf den Straßenverkehr gerichtet sein.



Vereinfachter Ablauf für ein System zur multimodalen Interaktion: Das Lenkrad als zentrales Bedienelement wird interaktiv und erlaubt dem Benutzer, Funktionen über Sprache und Zeigegesten multimodal zu bedienen. Hier ein Beispiel: (a) der Fahrer wählt das Fensteröffnen zuerst per Sprache aus, (b) um dann über eine Zeigegeste auf dem Multitouch-Lenkrad (c) das Fenster zu öffnen.

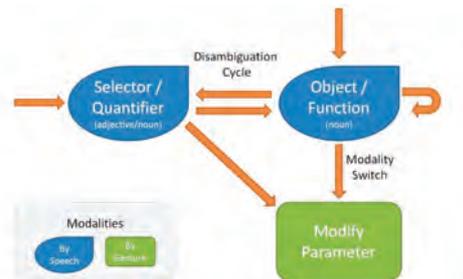
ins Auto. Kam zunächst die Freisprecheinrichtung, ist heute auch der Zugriff auf den Terminkalender, das Internet sowie auf Nachrichten, etwa E-Mail und SMS, möglich. Damit entwickelt sich das Auto hin zu einem Büro bzw. Wohnzimmer auf Rädern, mit dem die Fahrer „nebenbei“ ans Ziel gelangen.

Im Gegensatz zur Arbeit am Schreibtisch bestehen im Auto andere Anforderungen an die Benutzungsschnittstelle: Am Schreibtisch ist die Arbeit mit dem Computer die Hauptaufgabe,

Unsere Forschung im Bereich automobiler Benutzungsschnittstellen befasst sich daher mit der Gestaltung und Erprobung neuer multimodaler Interaktionstechniken zur Bedienung verschiedenster Fahrzeugfunktionen. Diese Interaktionstechniken sollen den Fahrer dabei möglichst wenig von der Fahraufgabe ablenken, leicht erlernbar sein und ein positives Benutzungserlebnis hervorrufen.

**Projektleiter:** Prof. Albrecht Schmidt  
**Mitarbeiter:** Bastian Pfleging, Stefan Schneegass

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/pfleging>



Ablauf einer multimodalen Interaktion.

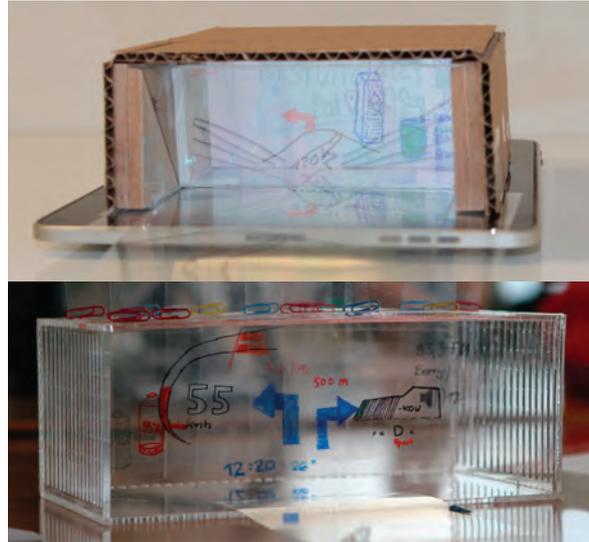
## 3D-Displays im Fahrzeug

Mit der wachsenden Verbreitung von 3D-Displays in der Unterhaltungselektronik gewinnt dieses Thema auch an Relevanz für automotiv Anwendungen, wie man an Konzeptfahrzeugen von Mercedes und Audi erkennen kann. Potenziale von 3D-Displays zur Gestaltung von Anzeigehalten wurden bisher wenig erforscht, besonders hinsichtlich der Anwendung im Automobil. Neben einer Steigerung der Attraktivität der Darstellung kann Tiefe zur Strukturierung von Informationen verwendet werden, indem zum Beispiel wichtige Inhalte dem Fahrer räumlich näher präsentiert werden und weniger relevante Informationen in den Hintergrund rücken.

Ziel der Arbeit ist, den Gestaltungsraum sowie Potenziale und Risiken von 3D-Displays zur Darstellung von grafischen Inhalten im Automobil zu



Das Gruppieren von Informationen anhand der dritten Dimension zur Gestaltung von automotiv Kombiinstrumenten wurde in Grundlagenstudien exploriert.



Werkzeug für die Erstellung von Low-Fidelity Prototypen von 3D-Benutzungsschnittstellen.

erschließen. In grundlegenden Nutzerstudien zur Tiefenwahrnehmung werden Bereiche im 3D-Raum identifiziert, die sich eignen, um dem Fahrer Informationen und deren räumlichen Zusammenhang eindeutig und schnell zu vermitteln. Die gewonnenen Erkenntnisse werden in Anzeigekonzepte für automotiv Kombiinstrumente umgesetzt und die erwarteten Potenziale und Risiken des 3D-Effekts in Fahrstudien evaluiert. Dabei ist der Einfluss der 3D-Darstellung auf die Erfüllung der primären Fahraufgabe von besonderem Interesse.

Nora Broy, Stefan Schneegass, Florian Alt, and Albrecht Schmidt. „Framebox and mirrorbox: Tools and guidelines to support designers in prototyping interfaces for 3d displays.“ In Proceedings of the 32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems, pp. 2037-2046. ACM, 2014.

**Projektleiter:** Prof. Albrecht Schmidt  
**Mitarbeiterin:** Nora Broy

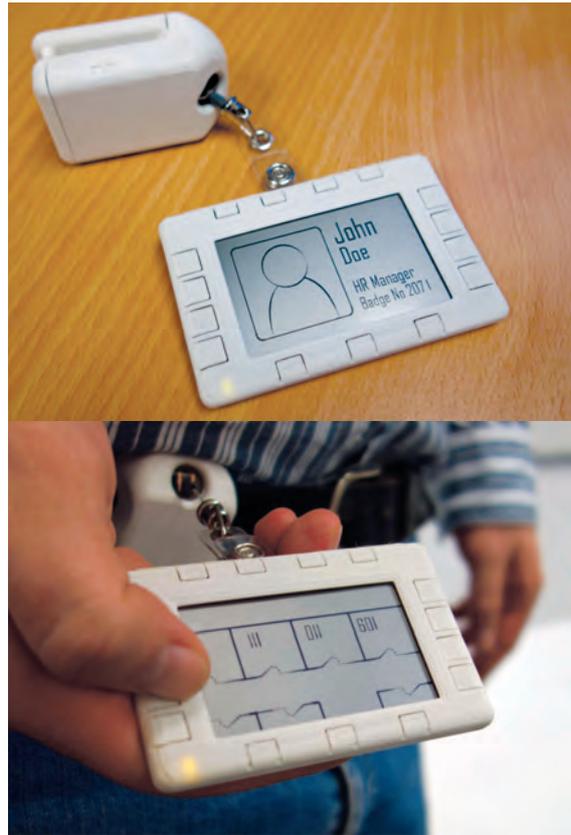
Externe Promotion bei  
BMW Forschung und Technik

## Interactive Belt-Worn Badge

Der technische Fortschritt ermöglicht immer kleinere Geräte (wie Smartphones, intelligente Armbanduhren und Brillen), die den Zugriff auf Informationen einfacher und effizienter machen.

Der limitierende Faktor für die Größe dieser Systeme ist mittlerweile die Größe ihres Bildschirms und/oder der Eingabefläche, über welche die Systeme bedient werden. So ist es beispielsweise mühsam, Text in eine Armbanduhr oder eine Brille einzugeben. Gleichzeitig können längere Texte, wie eine E-Mail, auf einem kleinen Display nur in Bruchstücken angezeigt werden.

Im Rahmen dieses Projektes wurde ein Prototyp entwickelt, welcher eine mögliche Alternative darstellt: Ein interaktiver Ausweis der, von einer herausziehbaren Schnur gehalten, am Gürtel getragen wird. Im Ausweis befindet sich ein Display, das situationsabhängig Informationen anzeigen kann. Der Gürtelclip misst Abstand und Win-



Prototyp der Interactive Belt-Worn Badge. Abhängig von seiner Position zeigt er unterschiedliche Informationen an, z. B. Identität des Nutzers (oben), Gebäudeplan zur Navigation (unten).

**Projektleiter:** Prof. Albrecht Schmidt, Prof. Bernhard Eberhardt (Hochschule der Medien)

**Mitarbeiter:** Norman Pohl

**Information:**

<http://go.visus.uni-stuttgart.de/promotionskolleg-digitalmedia>

**Projekt:** Promotionskolleg Digital Media

**Laufzeit:** 2012 – 2014

**Projekträger:**  
Ministerium für  
Wissenschaft,  
Forschung und Kunst  
Baden-Württemberg



kel, in welcher die Schnur herausgezogen wird, und erfasst dadurch die Position des Displays relativ zum Nutzer.

Anhand des Prototyps soll erforscht werden, ob und wie sich der Zugriff auf Informationen mit einem solchen System einfacher und effektiver gestalten lässt. Dazu werden derzeit verschiedene Interaktionsmöglichkeiten und -metaphern entwickelt und im Rahmen einer Nutzerstudie im Unternehmensumfeld evaluiert.

## Augmented Human Memory

Dieses Projekt möchte das menschliche Gedächtnis mittels Technologien unterstützen und erweitern. Dabei werden Theorien und Erkenntnisse aus der Kognitionspsychologie auf eine ubiquitäre Technologielandschaft angewendet. So tragen jüngste Entwicklungen in Aufzeichnungstechnologien, etwa tragbare Kameras oder Schrittzähler, in Verbindung mit Informationsverarbeitung dazu bei, automatische Aufnahmen vieler Aspekte unseres Lebens zu erstellen und auf Abruf bereit zu stellen.

Gemeinsam mit Partnern in Großbritannien und der Schweiz werden Techniken erarbeitet, um Erinnerungen zu externalisieren und gezielt zu verstärken. Dies beinhaltet die Entwicklung neuartiger Aufnahmetechnologien mit entsprechenden Kontrollmechanismen

zur Wahrung der Privatsphäre, sowie die Einbettung von Ausgabegeräten in den menschlichen Alltag mit automatisierten Zusammenfassungen des Erlebten. Um die Transition von Erlebtem vom Kurzzeit- ins Langzeitgedächtnis zu unterstützen, stehen Schnittstellen zur Wissensaneignung in besonderem Fokus. Diese reichen von der Aneignung persönlicher Erinnerungen im



Die tägliche automatische Anzeige enthält Termine, persönliche Ziele und Neuigkeiten.

Alltag bis hin zur Festigung von Wissen während Museumsbesuchen oder der alltäglichen Lesetätigkeit.

Ziel ist es, Technologien zur persönlichen Gedächtnisunterstützung zu entwickeln, welche technisch realisierbar, von Nutzern erwünscht und der Gesellschaft dienlich sind.

**Projektleiter:** Prof. Albrecht Schmidt  
**Mitarbeiter:** Tilman Dingler, Alireza Sahami

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/recall>

**Projekt:** Enhanced Human Memory (RECALL – 612933)

**Laufzeit:** 2013 – 2016

**Projekträger:**  
Europäische Union

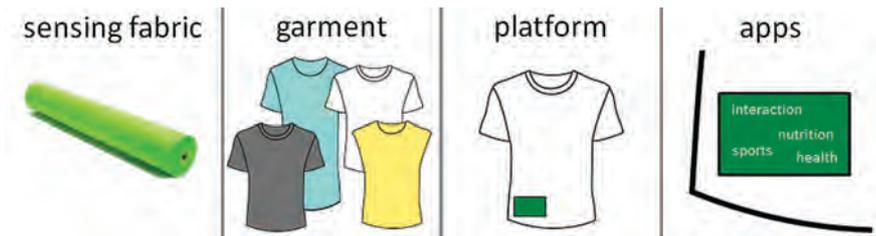


Der Prototyp eines Multimedia-Weckers zeigt persönliche Highlights, Termine und Nachrichten des kommenden Tages.

## Intelligente Kleidung

Wie viele neue Technologien leiden auch intelligente Kleidungsstücke momentan unter dem Henne-Ei-Problem. Um sich auf dem Markt durchzusetzen, muss der Preis gesenkt werden. Um dies zu ermöglichen, muss intelligente Kleidung jedoch in Masse produziert werden.

Im Projekt SimpleSkin untersuchen wir zusammen mit Partnern aus Industrie und Forschung einen fundamental neuen Ansatz, um intelligente Kleidung herzustellen. Dieser Ansatz beinhaltet die Aufteilung des Entwicklungsprozesses in vier Ebenen.



Die vier Entwicklungsebenen intelligenter Kleidung.

**Projektleiter:** Prof. Albrecht Schmidt

**Mitarbeiter:** Stefan Schneegaß

**Information:**

<http://go.visus.uni-stuttgart.de/simpleskin>

**Projekt:** Cheap, textile based whole body sensing systems for interaction, physiological monitoring and activity recognition (SimpleSkin – 323849)

**Laufzeit:** 2013 – 2016

**Projektträger:**

Europäische Union



Es wird in Zukunft eine große Menge an Daten über den Träger von intelligenter Kleidung geben, wie beispielsweise seine durchgeführten Aktivitäten oder physiologische Parameter. Hierbei soll diese Kleidung in Hinsicht auf ihre Eigenschaften, das Aussehen, den Produktionsprozess und den Preis nicht von heutiger normaler Kleidung unterscheidbar sein.

Unsere Aufgabe im Projekt SimpleSkin ist es, die Infrastruktur zu schaffen, um – ähnlich der Infrastruktur von Mobiltelefonen – kleidungsunabhängige Anwendungen und Sensoren zu entwickeln und dann auf beliebigen Kleidungsstücken zu nutzen. Hierbei müssen Abstraktionsebenen geschaffen

und Entwicklern von Anwendungen für intelligente Kleidung zugänglich gemacht werden. Sie sollen die Möglichkeit besitzen, ihre Anwendungen generisch zu entwickeln und auf beliebigen Kleidungsstücken anzuwenden.

\* Jingyuan Cheng, Paul Lukowicz, Niels Henze, Albrecht Schmidt, Oliver Amft, Giovanni A. Salvatore, Gerhard Troster, „Smart Textiles: From Niche to Mainstream,“ IEEE Pervasive Computing, vol. 12, no. 3, pp. 81-84, July-Sept., 2013.

## Material Encounters with Digital Cultural Heritage

Interaktive Ausstellungen steigern das Erlebnis eines Museumsbesuches, und die Verwendung von Medien, die Besucher aus ihrem Alltag kennen, werden zunehmend bei der Vermittlung von Lerninhalten verwendet. Da die Realisierung interaktiver Ausstellungen teuer ist und technische Spezialkenntnisse erfordert, können es sich Museen in der Regel weder leisten, ein Interaktionsdesign für Ausstellungen in Auftrag zu geben, noch haben die Mitarbeiter entsprechende Kenntnisse, um diese selbst zu realisieren. Technologien wie Projektoren und Sensoren sind mittlerweile relativ preiswert, und Plattformen der Maker-Szene, wie Arduino, ermöglichen es Designern, mit wenig technischer Expertise interaktive Systeme zu bauen.

Das Projekt meSch hat zum Ziel, Kuratoren mit den Möglichkeiten der Maker-Szene vertraut zu machen. Dazu wurden eine Plattform entwickelt und Prototypen gebaut, die Ausstellungsstücke einfach und günstig in interaktive Installationen verwandeln können.

Um die Bedürfnisse der Kuratoren mit einzubeziehen, anspruchsvolles Design zu entwickeln sowie einwandfrei funktionierende Lösungen zu entwickeln, setzt sich das Konsortium interdisziplinär neben der Universität Stuttgart aus zwölf internationalen Partnern zusammen. Museen, FabLabs sowie universitäre Forschungsgruppen aus sechs Ländern arbeiten in dem

vierjährigen Projekt zusammen. Die Forschungsgruppe Mensch-Computer-Interaktion der Universität Stuttgart ist insbesondere mit der Hardware- und Software-Entwicklung betraut.

Daniela Petrelli, Luigina Ciolfi, Dick van Dijk, Eva Hornecker, Elena Not, and Albrecht Schmidt. „Integrating material and digital: a new way for cultural heritage.“ *interactions* 20, no. 4 (2013): 58-63.



Kuratoren zu ermöglichen, interaktive Ausstellungen zu gestalten, ist die Kernidee des meSch-Projektes. Dazu werden Prototypen entwickelt, die verschiedene Möglichkeiten der Interaktionen vorstellen und später als Template zur Gestaltung von Ausstellungsinteraktionen dienen können. In den Bildern werden beispielsweise Label um das Objekt herum projiziert, und zwar genau dort, wo die Besucher stehen. Sobald das Interesse geweckt ist und sich Besucher nähern, werden mehr Details sichtbar.

**Projektleiter:** Prof. Albrecht Schmidt  
**Mitarbeiter/in:** Stefan Schneegaß, Thomas Kubitz, Tilman Dingler, Yomna Abdelrahman, Katrin Wolf

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/mesch>

**Projekt:** Material Encounters with digital Cultural Heritage (meSch – 600851)

**Laufzeit:** 2013 – 2017

**Projekträger:**  
Europäische Union





# AKTUELLE FORSCHUNG

## Abteilung Soziokognitive Systeme

Die 2013 neu eingerichtete Abteilung für Soziokognitive Systeme wird von Jun.-Prof. Dr. Niels Henze geleitet.

Die Forscher beschäftigen sich mit der Interaktion von Menschen und digitalen Systemen. Durch ein tieferes Verständnis dieses Zusammenspiels werden neue Interaktionsformen ermöglicht.

Aktuelle Forschungsthemen sind unter anderem Methoden, um Studien mit sehr großen Stichproben durchzuführen, die Entwicklung von prädiktiven quantitativen Modellen für intelligente interaktive Systeme und berührungssensitive Benutzungsschnittstellen. Schwerpunkt ist dabei, neue Interaktionsmöglichkeiten für mobile und eingebettete Systeme zu entwickeln.

Die aktuellen Schwerpunkte und Visionen dieser noch sehr jungen Abteilung werden in diesem Kapitel vorgestellt.



Jun.-Prof. Niels Henze

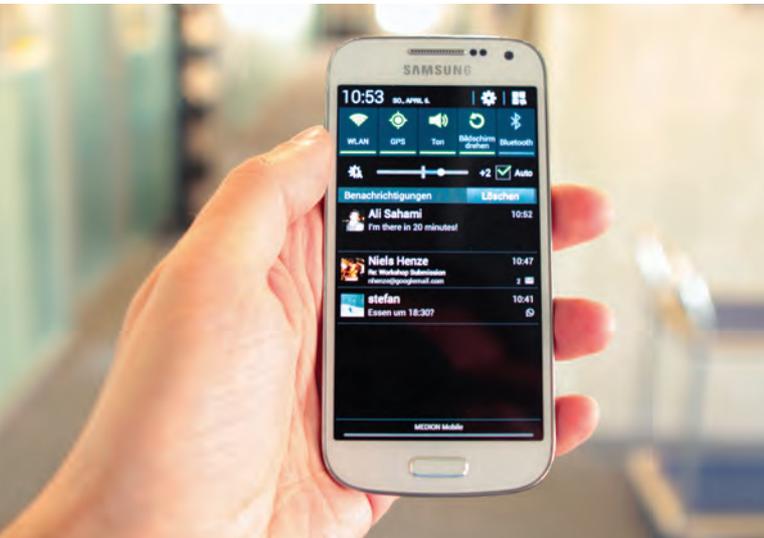


## Forschung durch weit verbreitete Systeme

Studien mit Menschen sind ein Grundpfeiler der Mensch-Computer-Interaktionsforschung. Typischerweise führen wir Studien durch, bei denen alle kontextuellen Faktoren kontrolliert werden, um die untersuchten Aspekte zu isolieren. Auch gut geplante und aus-

len kontextuelle Einflüsse, wie Lesbarkeit in der Sonne, Bedienung beim Gehen und fragmentierte Aufmerksamkeit, eine große Rolle.

Seit einigen Jahren beschäftigen wir uns damit, wie Studienmethoden verbessert werden können. Wir benutzen App Stores, um Forschungssysteme weit zu verbreiten, Daten zu messen und spezifische Forschungsfragen zu beantworten.



Das Zusammenführen von Nachrichten ist eine der Kernfunktionen aktueller Mobiltelefone. Wie Benutzer mit diesen Notifications umgehen lässt sich nur mit großen und langen Studien untersuchen.

geführte Laborstudien müssen jedoch nicht zwangsläufig viel mit dem zu tun haben, wie sich Menschen natürlicherweise verhalten. Insbesondere bei der Untersuchung mobiler Systeme spie-

Ein Beispiel ist unsere Android Anwendung Desktop Notifications, mit der wir untersuchen, wie viele Benachrichtigungen Nutzer auf ihrem Telefon erhalten, wie schnell sie reagieren und welche Arten von Nachrichten für sie wichtig sind. Um dies zu untersuchen, müssen viele Nutzer über einen längeren Zeitraum beobachten werden, was mit traditionellen Methoden nur mit sehr großem Aufwand möglich ist. Durch die Verbreitung über einen App Store konnten wir Daten von über zehntausend Nutzern und je-

weils mehreren Wochen Nutzungszeit analysieren.

Der gleiche Ansatz wurde in dutzenden Studien mit jeweils einigen tausend Teilnehmern verwendet. Wir glauben, dass dieser Ansatz Anwendung über die Forschung im Bereich Mensch-Computer-Interaktion hinaus finden kann, um unser Verständnis von menschlichem Verhalten zu erweitern. Wir untersuchen aktuell den Forschungsansatz an sich und wie er sich auf andere Domänen übertragen lässt.

**Projektleiter:**  
Jun.-Prof. Niels Henze

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/sks>



## Prädiktive Modelle für interaktive Systeme

Wenn wir einen Computer benutzen, müssen wir dem Computer vermitteln, was wir tun wollen. Unsere Ziele müssen in etwas übersetzt werden, was der Computer verstehen kann. Ein Ziel unserer Arbeit ist die Entwicklung von prädiktiven Modellen, welche Ziele des Benutzers vorhersagen können, um die Interaktion mit Computern einfacher, effizienter und angenehmer zu gestalten. Wenn wir beispielsweise auf der Bildschirmstatur eines Smartphones tippen, treffen wir die Tasten nicht immer perfekt sondern machen beim Tippen systematische Fehler. Aus statistischen Analysen kann ein Modell abgeleitet werden, welches Fehler unbemerkt vom Benutzer korrigiert, indem es seine Eingabe dem Modell entsprechend verschiebt.

Ein weiteres Beispiel ist das Zeigen auf reale Objekte. Wenn Menschen mit der Hand auf etwas zeigen, ist es für andere Menschen leicht verständlich was gemeint ist. Schon auf kurzer Entfernung gibt es jedoch große Abweichungen zwischen der Position, auf die wir zeigen, und der Position, auf die wir zeigen wollen. Hierdurch ist es für Computer schwierig zu interpretieren was gemeint ist. Dies macht die Interaktion ungenau, wenn wie bei der Kinect Zeigegesten zur Eingabe verwendet werden. Da der beim Zeigen gemachte Fehler zwar groß ist, aber einer Systematik folgt, kann er durch ein prädiktives Modell deutlich reduziert werden.

Prädiktive Modelle können in zahlreichen Anwendungen verwendet werden. Aktuell untersuchen wir, ob sie



Durch die Ermittlung der Abweichung zwischen der Position auf die ein Benutzer zeigen will und der Position auf die er tatsächlich zeigt lassen sich Fehler bei der Eingabe reduzieren.

nicht nur Fehler reduzieren können sondern auch Systeme schneller reagieren lassen können. Hierfür sagen wir Bewegungen des Nutzers vorher, damit der Computer schneller auf Aktionen reagieren kann.

**Projektleiter:**  
Jun.-Prof. Niels Henze

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/sks>





# AKTUELLE FORSCHUNG

## Arbeitsgruppe Visualisierung

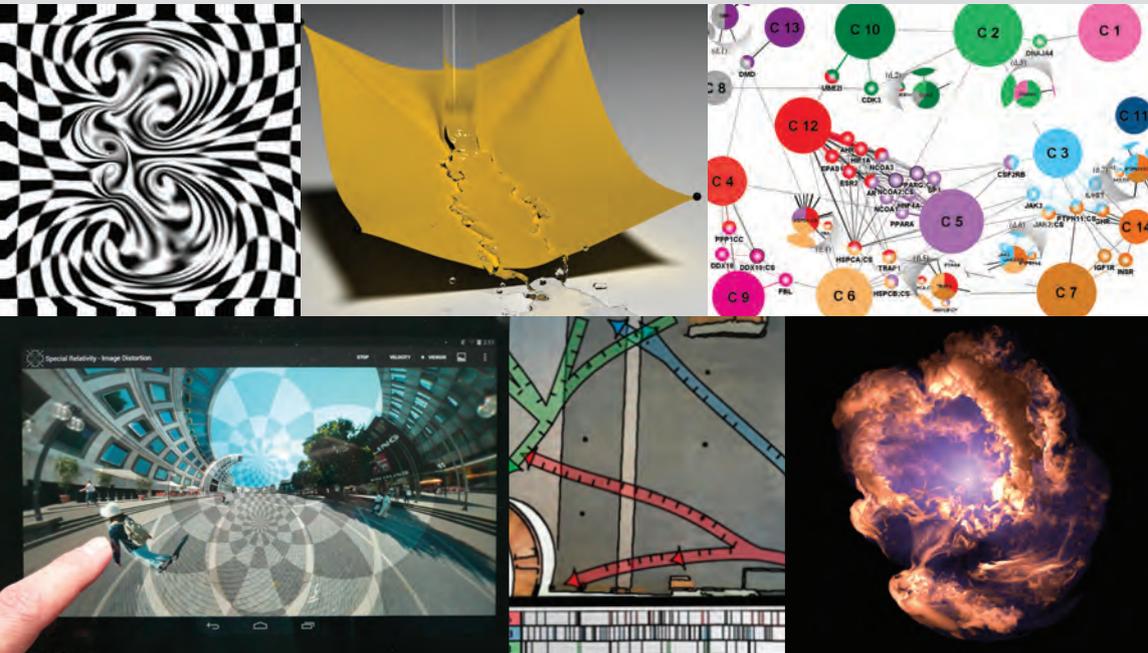
Unter der Leitung von Prof. Daniel Weiskopf beschäftigt sich die Arbeitsgruppe Visualisierung seit 2007 mit wissenschaftlicher Visualisierung, Informationsvisualisierung und visueller Analytik.

Aktuelle Forschungsthemen sind unter anderem die Visualisierung von Vektorfeld- und Volumendaten, die Darstellung von Netzwerken und Hierarchien sowie die visuelle Analytik von Videodaten. Typische Anwendungen finden sich beispielsweise in den Ingenieurwissenschaften, der Physik, der Systembiologie sowie beim Eye-Tracking.

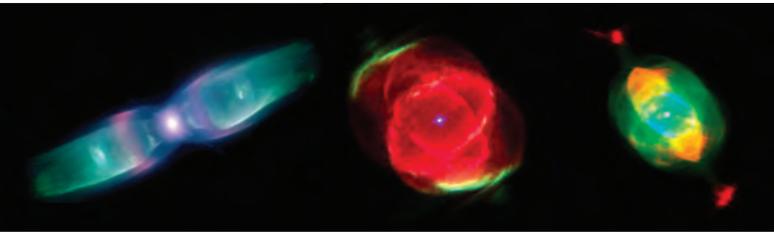
Die folgenden Seiten stellen die aktuellen Aktivitäten und Projekte in diesem Forschungsfeld vor und geben einen Einblick in die Arbeit dieser Arbeitsgruppe des Visualisierungsinstitutes.



Prof. Daniel Weiskopf



## Visualisierung astronomischer Daten und Objekte



Echtzeit 3D-Visualisierungen astronomischer Nebel: Schmetterlingnebel M2-9 in einer Entfernung von ca. 2100 Lichtjahren von der Erde, Katzenaugennebel NGC 6543 in ca. 3260 Lichtjahren Entfernung, Saturnnebel NGC 7009 in ca. 2400 Lichtjahren Entfernung (v.l.).

Die realistische Darstellung von astronomischen Objekten, wie planetarische Nebel oder Supernova-Explosionen spielt für digitale Planetarien oder populärwissenschaftliche Dokumentationen eine zentrale Rolle.

Die dreidimensionale Rekonstruktion von Nebeln ist hierbei besonders schwierig, da die Objekte nur von der Erde aus beobachtet werden können und die Entfernungen sehr groß sind. In diesem Projekt wurde eine neue Methode entwickelt, die unter gewissen Symmetrieannahmen ein Optimierungsproblem löst, ausgehend von einem einzigen Teleskopbild.

**Projektleiter:** Prof. Daniel Weiskopf  
**Mitarbeiter:** Marco Ament

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/astro>

**Projekt:** Visualisierung von astronomischen Daten und Objekten (Astro)

**Laufzeit:** 2010 – 2015

**Projektträger:**  
Deutsche Forschungsgemeinschaft



Dabei wird zunächst angenommen, dass das Objekt aus anderen Perspektiven ähnlich aussieht. Während der Berechnung wird diese Annahme teilweise wieder aufgelöst, indem die Perspektive aus Sicht der Erde stärker in die Optimierung einfließt. Die berechneten Modelle können anschließend interaktiv aus allen Richtungen betrachtet werden (Astronomische Nebel).

Bei Nebeln mit komplexer Lichtstreuung (Supernova-Explosion) ist der Rechenaufwand für die Visualisierung sehr hoch. Um dennoch interaktive Geschwindigkeit mit hoher Realitätswiedergabe zu erzielen, wurde ein neues Verfahren entwickelt, das die komplexen Lichtstreuungseffekte teilweise vorberechnet und in Tabellen zwischenspeichert. Diese können dann während der Visualisierung abgefragt werden, um eine schnelle Näherung zu erhalten.

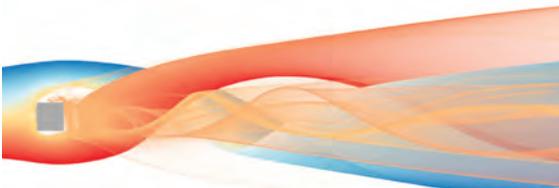


Numerische Simulation und Visualisierung einer Supernova-Explosion.

## Visualisierung für integrierte und komplexe Simulationen

Im Rahmen des Exzellenzclusters Simulation Technology (SimTech) befassen sich mehrere Projekte damit, wie die Visualisierung die Arbeit mit Simulationen unterstützen und verbessern kann. Der Fokus liegt dabei auf der Darstellung der Simulationsergebnisse. In den meisten Fällen ist eine Analyse dieser Daten nur mit Hilfe einer bildlichen Repräsentation möglich.

Ein Schwerpunkt war die Entwicklung von Visualisierungsmethoden, welche die Vektorfelder aus Strömungssimulationen darstellen. So können u.a. die Bahnen von Partikeln in diesen Strömungen untersucht werden.



Wie verteilen sich Partikel, wenn sie ein Hindernis umströmen? Partikel, die oberhalb (blau) und unterhalb (rot) des Hindernisses starten, bewegen sich in einheitlichen Bahnen. Starten sie hinter dem Hindernis (orange), bewegen sie sich auf unterschiedlichen und sich schneidenden Bahnen.

Aber auch die Integration von Visualisierungsmethoden in eine einheitliche Simulationsumgebung spielt eine wichtige Rolle. So kann der Wissenschaftler in einer einzigen Softwareumgebung die Simulation entwerfen, durchführen und die Ergebnisse visuell analysieren. Weiterhin kann die Visualisierung auch schon bei dem Entwurf von Simulationen helfen, indem sie z.B. das Zusammenspiel der verwendeten Software-Komponenten darstellt.

Zukünftige Forschung wird sich u.a. damit befassen, wie sehr große Simulationsdaten effektiv mit Hilfe von Visualisierung untersucht werden können. Die gleichzeitige Arbeit mehrerer Wissenschaftler an einem Datensatz, beispielsweise an einer großen Displaywand (Powerwall), ist dabei ein



Ein Mitarbeiter steuert die Visualisierung auf der Powerwall mit einem Tabletcomputer.

wichtiger Aspekt. Auch eine Reduzierung der Informationsflut ist wichtig. Dies kann z. B. mit Methoden für die Extraktion wichtiger Merkmale oder mit Ansätzen aus dem maschinellen Lernen geschehen.

**Projektleiter:** Prof. Daniel Weiskopf  
**Mitarbeiter:** Marcel Hlawatsch, Hansjörg Schmauder

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/simtech>

**Projekt:** Exzellenzcluster Simulation Technology (SimTech), Teilprojekte 8-7 und 6-6

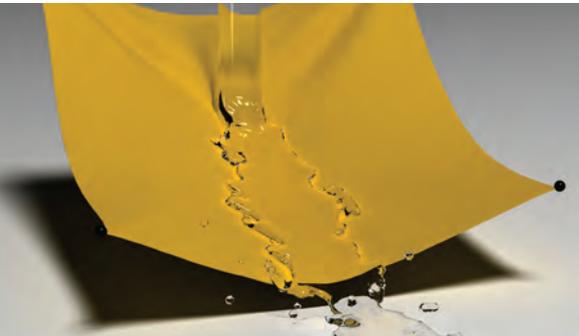
**Laufzeit:** 2008 – 2012 sowie 2013 – 2017

**Projektträger:** Deutsche Forschungsgemeinschaft

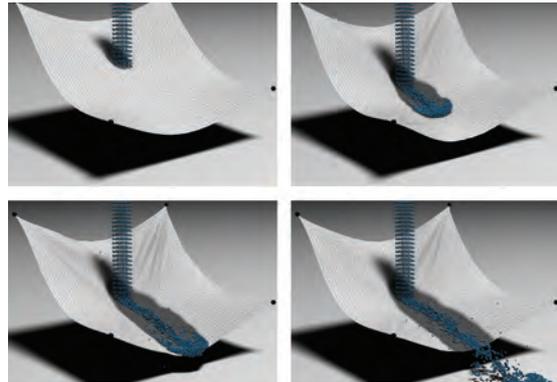


## Interaktion zwischen Textil- und Fluidsimulationen

Methoden der physikalisch basierten Simulation deformierbarer Objekte und Fluide sind unverzichtbar, um qualitativ hochwertige Computeranimationen zu erstellen. Mit diesen Techniken ist es möglich, das Verhalten von Textilien und komplexen Fluideigenschaften nachzubilden und physikalisch plausible Animationen zu erstellen. In vielen Anwendungen ist es nahe-



Transparentes Rendering einer Flüssigkeit bei der Interaktion mit einem Textil.



Wechselseitige Kopplung zwischen dem partikelbasierten Fluid und einer Textilsimulation, wobei das Textil eine Flüssigkeit aufnehmen kann.

liegend, dass diese unterschiedlichen Objekte miteinander interagieren. Die Kopplung zwischen Textilien und partikelbasierten Fluiden stellt dabei eine besondere Herausforderung dar, da Textilien als 2D Fläche eingebettet in eine 3D Szene dargestellt werden.

In diesem Projekt wird eine impulsbasierte Methode zur Interaktion zwischen Textilien und Fluiden vorgestellt, die auch bei großen Simulationszeitschritten Durchdringungen von Partikeln durch die Textilfläche vermeidet. Dabei werden Randbedingungen für unterschiedliche Materialien berücksichtigt wie auch die Absorption des Fluides durch das Textil.

Bei der Oberflächenrekonstruktion partikelbasierter Fluide kann es zudem zu Durchdringungen der resultierenden Oberfläche mit interagierenden Objekten kommen. Dies kann insbesondere bei dünnen Flächen, wie Textilien, zu sichtbaren Artefakten und Schwierigkeiten beim Rendering von transparenten Oberflächen führen. Dazu wurde ein Verfahren entwickelt, das es erlaubt für verbreitete Rekonstruktionsmethoden eine durchdringungsfreie Oberfläche zu generieren.

**Projektleiter:** Prof. Daniel Weiskopf, Prof. Bernhard Eberhardt (Hochschule der Medien)

**Mitarbeiter:** Markus Huber

### Information:

<http://go.visus.uni-stuttgart.de/promotionskolleg-digitalmedia>

**Projekt:** Promotionskolleg Digital Media

**Laufzeit:** 2012 – 2014

### Projektträger:

Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg



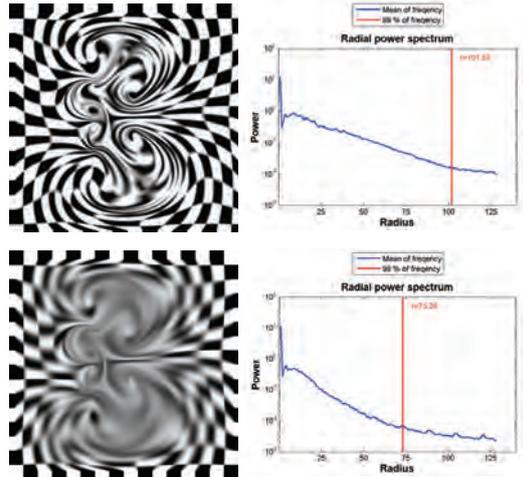
## Texturbasierte Strömungsvisualisierung

In vielen Bereichen werden Vektorfelder visualisiert, um einen Eindruck über ein Strömungsverhalten zu gewinnen. Vektorfelder von Strömungen, die Richtungsinformationen enthalten, können aus Messungen realer Prozesse erhalten werden oder das Resultat von Simulationen sein.

Die einfachste Methode, um ein Vektorfeld zu visualisieren, nutzt Glyphen (z.B. Pfeile), welche die Richtung des Feldes an dem Ort ihrer Platzierung andeuten. Größe und Positionen der Glyphen müssen dabei möglichst so gewählt werden, dass sich keine Überdeckungen ergeben. Dabei gilt: Je kleiner die Glyphen, desto genauer kann die Strömung wiedergegeben werden. Im Idealfall ist in jedem Bildpunkt eine Richtungsinformation codiert. Das entspricht dem Grundgedanken der texturbasierte Vektorfeldvisualisierung, bei der eine Textur methodisch so verändert wird, dass möglichst jeder Bildpunkt eine Richtungsinformation codiert und daher eine dichte Repräsentation eines Vektorfeldes entsteht.

Es gibt zahlreiche Methoden und Variationen von texturbasierter Vektorfeldvisualisierungen, die jeweils unterschiedliche Resultate erzeugen. Die Qualität dieser Visualisierungen kann sowohl optisch als auch automatisiert bestimmt werden, falls Unterschiede mit bloßem Auge nicht mehr zu erkennen sind, beispielsweise mithilfe von Signalverarbeitung.

Dahingehend wurde eine Methode entwickelt, die das Frequenzspektrum von dichten texturbasierten Vektorfeldvisualisierungen analysiert. Das Ergebnis dieser Analyse sind RPSD-Diagramme. Diese ermöglichen den Vergleich zwischen Visualisierungen



Texturadvektion zur Vektorfeldvisualisierung. Dargestellt wird jeweils die Advektion einer Textur (links) mit zugehörigen RPSD-Diagrammen zur Bewertung der Qualität (rechts). Die roten Linien markieren die errechneten Grenzfrequenzen. Eine höhere Grenzfrequenz deutet auf ein besseres Resultat hin.

basierend auf ihrem radialen spektralen Verhalten sowie deren errechneten Grenzfrequenzen.

**Projektleiter:** Prof. Daniel Weiskopf  
**Mitarbeiter:** Rudolf Netzel

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/textflowvis>

**Projekt:** Texturbasierte Vektorfeldvisualisierung mit Methoden der Signalverarbeitung

**Laufzeit:** 2010 – 2014

**Projekträger:**  
Deutsche Forschungsgemeinschaft



## Relativistische Visualisierung

Die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie sind für Laien oft nur schwer verständlich, da sie mathematisch sehr komplex sind und Phänomene beschreiben, die uns aus dem Alltag nicht vertraut sind. So gibt die spezielle Relativitätstheorie das Verhältnis zweier Bezugssysteme, die sich relativ zueinander bewegen, an. Die allgemeine Relativitätstheorie hingegen deutet die Gravitation als eine geometrische Eigenschaft von Raum und Zeit.

In der speziellen wie auch der allgemeinen Relativitätstheorie werden die vorhergesagten Effekte jedoch erst in Extremsituationen sichtbar, etwa bei Geschwindigkeiten nahe der Lichtgeschwindigkeit, oder wenn die Masse eines Sterns auf die Größe einer

Kleinstadt komprimiert wird. Beide Situationen können wir mit heutiger Technologie nicht selbst erleben. Die relativistische Visualisierung ermöglicht hier einen Blick in ein Schwarzes Loch oder einen Flug vorbei am Saturn.

Zentrum unserer Arbeit ist die Entwicklung interaktiver Anwendungen für pädagogische Zwecke und für die breite Öffentlichkeit. Sie kann aber auch zur Modellbildung in der astrophysikalischen Beobachtung eingesetzt werden. Dazu werden unterschiedliche Methoden genutzt: bildbasierte Techniken, Polygon-Rendering und Strahlverfolgung (Ray Tracing) unter Berücksichtigung der endlichen Lichtlaufzeit. Das Standardwerkzeug in der allgemeinen Relativitätstheorie ist das vierdimensionale Ray Tracing, wo neben der endlichen Lichtlaufzeit auch die gekrümmten Bahnen des Lichts berücksichtigt werden müssen. In speziellen Fällen, in denen eine analytische Lösung für die Bewegung von Lichtstrahlen existiert, ist bereits eine interaktive Visualisierung durch Punkttransformationen oder bildbasierte Techniken mit Hilfe vorberechneter Nachschlagetabellen möglich. Aufgrund der Unabhängigkeit der Lichtstrahlen bei der Bilderzeugung sind die gängigsten Visualisierungsmethoden sehr gut parallelisierbar. Neben Computer-Clustern kommt heutzutage insbesondere programmierbare Grafikhardware zum Einsatz.

Im Hinblick auf das 100-jährige Jubiläum der Allgemeinen Relativitätstheorie 2015 entwickeln wir zur Zeit interaktive relativistische Visualisierungen für mobile Endgeräte wie Smartphones und Tablets. Durch die Veröffentlichung im Google Play Store ist so ein größeres Zielpublikum erreichbar. Zudem streben wir die Verwendung der entstehenden Apps für Ausstellungen und im Schul- und Hochschulunterricht an.



Bildbasierte Visualisierung in der speziellen Relativitätstheorie als Android App.

**Projektleiter:** Prof. Daniel Weiskopf

**Mitarbeiter:** Dr. Thomas Müller

**Information:**

<http://go.visus.uni-stuttgart.de/relativity>

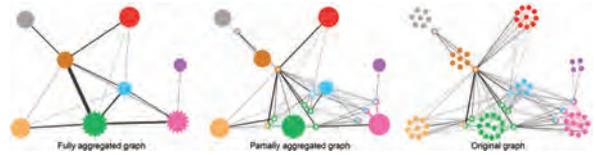


## Aggregations- und Multiskalentechniken

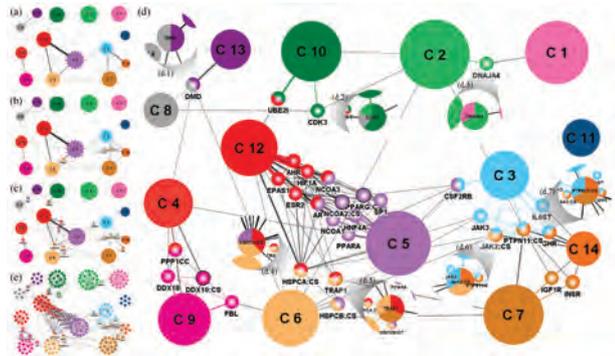
Netzwerk- bzw. Graphvisualisierungen werden häufig genutzt, um Relationen zwischen Objekten zu analysieren. Ein üblicher Ansatz dafür beruht auf Knoten-Kanten-Diagrammen, die eine sehr einfache Navigation durch den Graphen erlauben, jedoch gleichzeitig für große Graphen (d.h. große Anzahl von Vertices und hohe Dichte von Kanten) aufgrund vieler Kantenkreuzungen unlesbar werden. Deshalb wurde die Graphvisualisierung hier um Methoden zur Aggregation und zum hierarchischen Clustering erweitert, mit denen eine deutlich bessere Skalierbarkeit erreicht werden konnte. Damit ist eine Multiskalenvisualisierung auf Graphen möglich.

Das Besondere an dieser Arbeit ist die Unterstützung von Fuzzy-Clustering auf den Graphen: Graphvertices können mehreren Clustern zugeordnet sein, auch zu unterschiedlichen Graden. Hierdurch ist eine sehr flexible Strukturierung der Netzwerkhierarchie möglich. Die entwickelte Visualisierungstechnik erlaubt die Exploration der Graphen auf unterschiedlichen Aggregationshierarchiestufen. Zudem visualisiert sie die Clusterzugehörigkeiten durch die Anpassung des Layouts des Knoten-Kanten-Diagramms und zusätzlich durch Farben und Formen von Glyphen, aus denen die Diagramme aufgebaut sind.

Zum Testen der Visualisierungstechnik wurden Netzwerke aus der Biochemie analysiert, z.B. Protein-Protein-Interaktionsnetzwerke.



Fuzzy überlappende Gruppenstruktur eines Graphen in verschiedenen Aggregationsstufen.



Fuzzy überlappende Struktur von Proteinkomplexen in Protein-Protein-Interaktionsnetzwerken, d. h., Gruppen von Proteinen, welche an einer bestimmten biologischen Funktion beteiligt sind. Die Visualisierung dieser Struktur auf verschiedenen Aggregationsstufen (a-f) erlaubt es zu analysieren, welche Proteine in welchem Ausmaß an unterschiedlichen biologischen Prozessen beteiligt sind.

**Projektleiter:** Prof. Daniel Weiskopf  
**Mitarbeiterin:** Corinna Vehlou

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/sfb716>

**Projekt:** SFB 716 (Simulation von Systemen mit großen Teilchenzahlen), Teilprojekt D.5

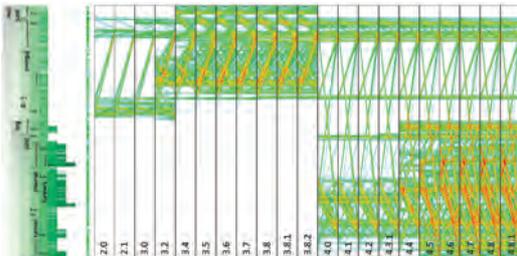
**Laufzeit:** 2007 – 2014

**Projektträger:**  
 Deutsche Forschungsgemeinschaft



## Visualisierung dynamischer Netzwerke

Netzwerke verbinden im Allgemeinen Individuen oder Objekte durch Relationen, beispielsweise Personen in einem sozialen Netzwerk, Abhängigkeiten in einem Softwaresystem oder auch Gene in einem biologischen Netzwerk. Während es schon interessant ist, einen bestimmten Zustand des Netzwerks zu betrachten, so liefert die Analyse zeitlicher Veränderungen in Netzwerken tiefere Einsichten.

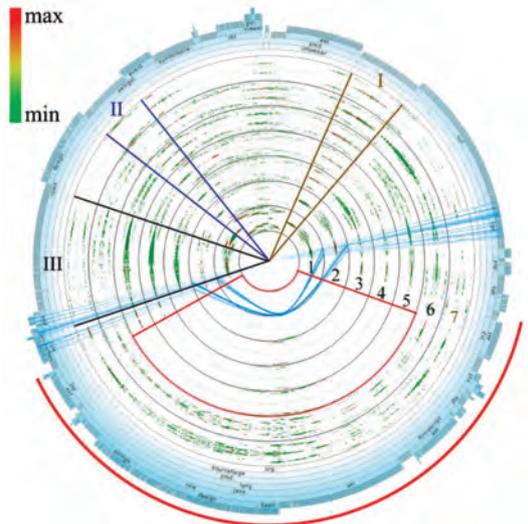


Parallel Edge Splotting zur Darstellung von Abhängigkeiten im Softwaresystem JUnit über 21 Versionen.

Wir haben zahlreiche Visualisierungstechniken entwickelt, die die Untersuchung solcher zeitlicher Phänomene unterstützen und insbesondere größere Datenmengen lesbar darstellen.

**Projektleiter:** Prof. Daniel Weiskopf  
**Mitarbeiter/in:** Dr. Michael Burch,  
Dr. Fabian Beck, Corinna Vehlow

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/infovis-graphen>



Radiale, pixelbasierte Darstellung eines dynamischen Netzwerks; Softwaresystem PMD über 7 Versionen.

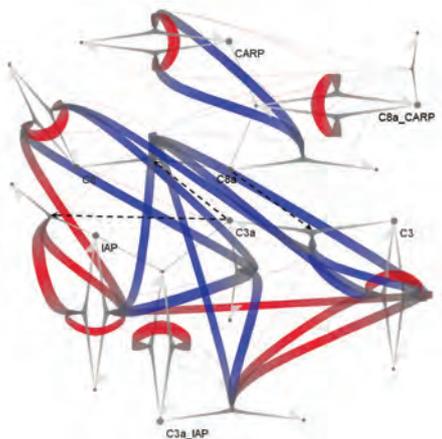
Beispielsweise stellt Parallel Edge Splotting eine Folge von Netzwerken auf einer Zeitachse von links nach rechts dar (Abbildung links). Die Visualisierung zeigt ein sich veränderndes Netzwerk von Abhängigkeiten innerhalb eines Softwaresystems über mehrere Versionen hinweg.

Die in der oberen Abbildung dargestellten Zeitringe codieren das Netzwerk als pixelgroße Punkte und visualisieren ebenfalls die Evolution eines Softwaresystems. In einer kürzlich veröffentlichten Literaturstudie haben wir einen Überblick zu bisher vorgeschlagenen Visualisierungen, deren Evaluation und Anwendung zusammengetragen. Von 60 in eine Taxonomie eingeordnete Techniken wurden neun von Mitarbeitern des Visualisierungsinstitutes der Universität Stuttgart entwickelt.

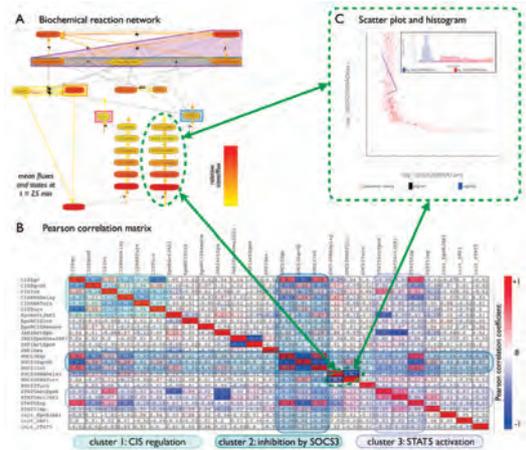
## Informationsvisualisierung und Visuelle Analytik für biologische Netzwerke

Netzwerke spielen eine zentrale Rolle, um Prozesse biologischer Systeme zu repräsentieren und Interaktionen und Abhängigkeiten zwischen biologischen Entitäten zu erfassen. Biologische Netzwerke sind oft sehr komplex (groß) und multivariat, d. h. sie sind mit simulierten oder experimentellen Metadaten versehen, die oft mit Unsicherheiten behaftet sind. Um diese Probleme der Komplexität, Multivariatität und Unsicherheit anzugehen, wurden diverse interaktiver Visualisierungen zur Analyse und Interpretation entwickelt.

Das Problem der Komplexität wurde durch die Entwicklung einer Multiskalenvisualisierung auf Graphen umgesetzt, die es erlaubt, fuzzy überlappende Proteinkomplexe in Protein-Protein-Interaktionsnetzwerken auf unterschiedlichen Aggregations- und somit Detailstufen zu analysieren.



Visualisierung, die Beziehungen zwischen Kantenattributen direkt im Kontext der eigentlichen Netzwerkstruktur darstellt.



Visual Analytics System iVUN

Das entwickelte Visual Analytics System iVUN unterstützt die Analyse statischer und dynamischer Attribute biochemischer Reaktionsnetzwerke unter Betrachtung ihrer Unsicherheiten. Das System lebt von den unterschiedlichen Visualisierungen, die verschiedene Perspektiven auf die Daten liefern und miteinander verlinkt sind.

Um die Analyse von Korrelationen zwischen Parameterstichproben auch innerhalb einer Ansicht zu ermöglichen, wurde ein neuer Visualisierungsansatz entwickelt, der Beziehungen (z.B. Korrelationen) zwischen Kantenattributen direkt im Kontext der eigentlichen Netzwerkstruktur darstellt.

**Projektleiter:** Prof. Daniel Weiskopf  
**Mitarbeiterin:** Corinna Vehlouw

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/infovis-bioinformatik>



## Softwarevisualisierung – Augmented Code

Software-Entwickler werden durch eine Vielzahl von Hilfsprogrammen beim Programmieren, Testen und Debuggen unterstützt. Diese Werkzeuge sind meist in einer sogenannten Entwicklungsumgebung (Integrated Development Environment – IDE) gebündelt. Die Softwareentwickler benötigen zahlreiche Ansichten und Fenster, um die vielfältigen Werkzeuge zu bedienen. Unser Ziel ist es, den Wildwuchs an Ansichten zu verringern und Werkzeuge besser mit dem Programmcode, an dem die Entwickler arbeiten, zu integrieren. Dazu werden kleine Visualisierungen im Code angezeigt, sodass für die Entwickler die benötigten Informationen dort verfügbar sind, wo sie wirklich benötigt werden. Auf zusätzliche Ansichten kann verzichtet werden.

Das Ziel eines ersten Projekts war es, eine visuelle Anreicherung des Quelltextes zu entwerfen, die dem Entwickler anzeigt, welche Programmfunktion

```
public EntitySet getIncludedEntities() { 0.51% }
    EntitySet entitySet = new EntitySet(); 4.41%
    entitySet.addEntitySet(directlyIncludedEntities); 15.34%
    for (Cluster cluster : subClusters) {
        EntitySet includedEntitySet = cluster.getIncludedEntities(); 15.40%
        entitySet.addEntitySet(includedEntitySet); 17.8%
    }
    return entitySet;
```

Programmcode angereichert mit Visualisierungen, die den ‚Verbrauch‘ an Programmlaufzeit visualisieren.

**Projektleiter:** Prof. Daniel Weiskopf  
**Mitarbeiter:** Dr. Fabian Beck

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/softwarevis>



wieviel Anteile der Programmlaufzeit ‚verbraucht‘. Die Visualisierungen im Kontext der Programmfunktionalität erlauben es, einfacher und schneller Ineffizienzen der Programmausführung zu erkennen.

In einem weiteren Teilprojekt wurde das Werkzeug RegViz (<http://regviz.org>) entwickelt. Es reichert sogenannte reguläre Ausdrücke – ein mächtiges, aber auch kompliziertes Hilfsmittel zur Verarbeitung von Zeichenketten – mit visuellen Strukturen an und verbessert so deren Lesbarkeit.

Um die abstrakten Module eines Softwaresystems durch gut unterscheidbare Symbole zu repräsentieren, haben wir darüber hinaus Software Feathers entwickelt. Charakteristika der Software werden auf visuelle Eigenschaften künstlich erzeugter Federn übertragen.



Darstellung eines Teils eines Softwaresystems als Software Feather: Größe, Form und Farbe bilden Eigenschaften des Codes ab.

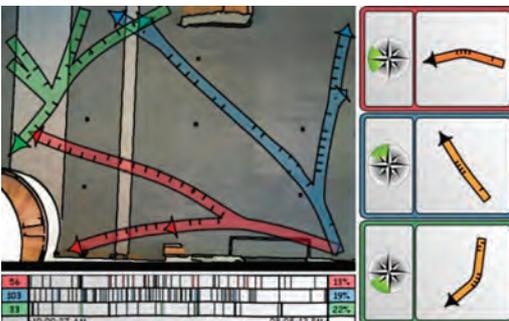
gen. Diese charakteristischen Federn können beispielsweise als wiedererkennbare Icons in einer Entwicklungsumgebung eingesetzt werden, um Entwicklern die Orientierung innerhalb eines großen Softwaresystems zu erleichtern.

## Visuelle Analytik von Videodaten

Dieses Projekt ist Teil des Schwerpunktprogramms (SPP) 1335, in dem Forscher am Institut für Kognitionswissenschaften der Universität Osnabrück und am Stuttgarter Visualisierungsinstitut neue interaktive Analyseverfahren für Videodaten entwickeln.

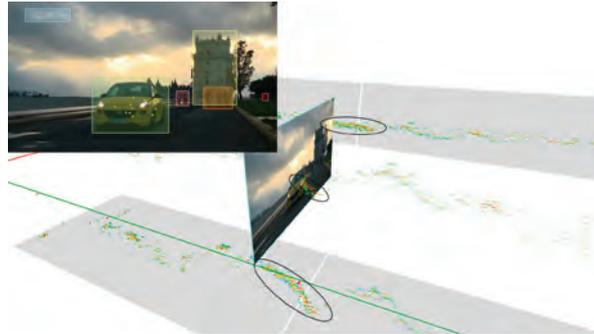
Wenn große Mengen an Videomaterial erzeugt werden, etwa bei Aufnahmen durch Überwachungskameras, ist die Analyse des gesamten Materials allein durch die Betrachtung der Videos häufig nicht mehr möglich. In Kombination mit automatischer Datenverarbeitung können interaktive Visualisierungen eingesetzt werden, um dem Benutzer eine explorative Suche in den Daten zu erlauben, beispielsweise indem er die Informationen auf momentan wichtige Ereignisse reduzieren kann.

Die folgende Abbildung zeigt, wie mittels der Interactive Schematic Summaries die häufigsten Laufwege einer Person in einem Überwachungsvideo zu beliebigen Tageszeiten gefunden werden können.



Das Bild zeigt eine abstrahierte Version eines Ganges, der von einer Videokamera überwacht wurde. Durch eine automatische Analyse der Bewegungen der Personen in dem Video kann der Benutzer die Daten interaktiv nach Uhrzeiten oder wichtigen Bewegungsrichtungen filtern.

Ein weiterer wichtiger Punkt dieses Projektes ist die Kombination von Videodaten mit zusätzlichen Datenquellen. Hierbei spielen Eye Tracking Daten eine wichtige Rolle, da sie zusätzliche Informationen über das Blickverhalten aufgenommener Personen bieten. Aufmerksamkeitsregende Stellen in einem Video können auf diese Weise schnell identifiziert werden.



Videos können als Space-Time Cube zusammengefasst werden, indem das Videobild durch eine dritte Dimension, die Zeit (grüne Linie), erweitert wird. Zeichnet man die Eye Tracking Daten von mehreren Personen ein, so werden aufmerksamkeitsregende Zeitspannen sichtbar (markiert durch Ellipsen).

**Projektleiter:** Prof. Daniel Weiskopf  
**Mitarbeiter:** Kuno Kurzhals,  
Markus Höferlin

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/vva>

**Projekt:** Schwerpunktprogramm (SPP) 1335 (Interactive Visual Analysis Systems of Complex Information Spaces)

**Laufzeit:** 2009 – 2014

**Projektträger:**  
Deutsche Forschungsgemeinschaft





# AKTUELLE FORSCHUNG

## Arbeitsgruppe Visual Computing

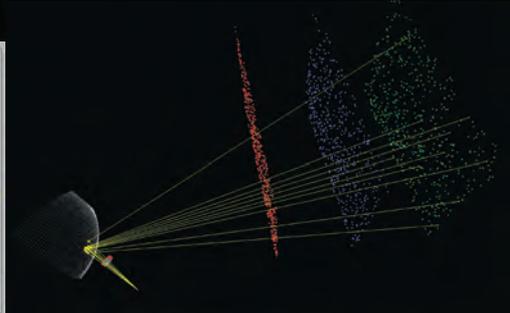
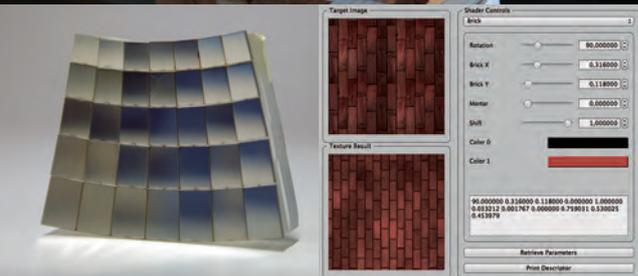
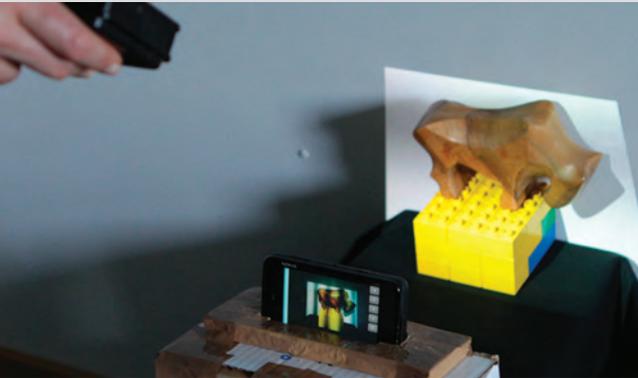
Die Arbeitsgruppe Visual Computing wird seit 2011 von Jun.-Prof. Martin Fuchs geleitet. Sie untersucht den Weg der Bilder von der Realität in den Rechner – und wieder zurück. Dazu zählen Methoden der Computational Photography (wie kann man Verallgemeinerungen von flachen Bildern aufnehmen?), Materialmessung (wie ändert sich das Aussehen von Oberflächen mit der Beleuchtung?) und interaktive Systeme, die z.B. Kameras und Lichtquellen in einem Aufbau kombinieren.



Jun.-Prof. Martin Fuchs

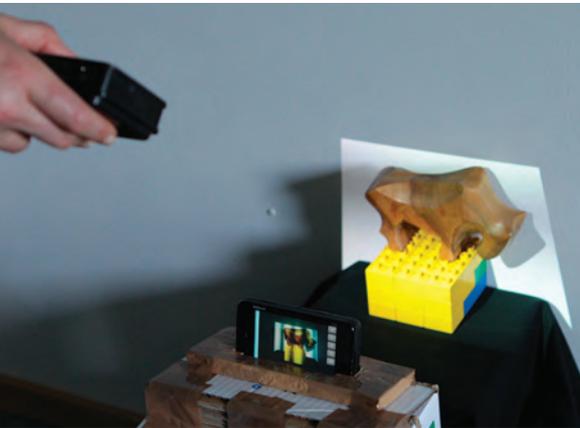
Zur Zeit stehen drei Problemfelder im besonderen Fokus: Die Aufzeichnung von Szenen und ihren Oberflächen mit mobilen Geräten, zum Beispiel im Projekt „Mobiles Streifenlichtscanning“, plenoptische Photographie durch Lichtfeldaufzeichnung mit gekrümmten Spiegeln sowie die prozedurale Beschreibung von Oberflächen.

Im Folgenden werden die aktuellen Forschungsaktivitäten der Arbeitsgruppe Visual Computing im Einzelnen vorgestellt.



## Mobiles Streifenlichtscanning

In diesem Projekt befassen wir uns mit einer schon lange bekannten Technik – dem „Streifenlichtscanning“ („Structured Light Scanning“). Diese wird eingesetzt, um die Geometrie von Objekten zu digitalisieren. Unser Ziel ist es, diese Technik auf mobilen Endgeräten wie einem Smartphone oder einem batteriebetriebenen Projektor zu implementieren.



Eine Szene wird von einem Benutzer aufgenommen. Der Projektor wird in der Hand gehalten, um die Objekte zu beleuchten. Das Smartphone nimmt die Szene auf und zeigt sie auf dem Bildschirm an.

Beim Streifenlichtscanning werden mit einem Projektor Muster auf ein Objekt geworfen. Eine digitale Kamera nimmt Bilder des beleuchteten Objektes auf.

**Projektleiter:** Jun.-Prof. Martin Fuchs  
**Mitarbeiter:** Sebastian Koch

**Information:**  
<http://go.visus.uni-stuttgart.de/sls>



Mit Hilfe dieser Bilder kann man aus den bekannten Mustern errechnen, welcher Lichtstrahl des Projektors welchen Punkt auf dem Objekt beleuchtet hat. So lässt sich auch die Entfernung der Oberfläche des Projektors zur Kamera bestimmen.

Ein solches System mit einem kleinen Projektor kann dafür genutzt werden, ein Objekt schnell von verschiedenen Positionen aus zu beleuchten. Dazu muss der Projektor aber in der Hand gehalten werden. Das unausweichliche Zittern des Benutzers überträgt sich auf das projizierte Bild und verursacht eine ungenaue Rekonstruktion.

Im Rahmen dieses Projekts haben wir ein Verfahren entwickelt, das diese Störungen nachträglich nur anhand der aufgenommenen Bilder entfernt. Um optimale Parameter für das Streifenlichtscanning unter diesen Bedingungen zu bestimmen, haben wir das Zittern mehrerer Benutzer aufgezeichnet und damit Simulationen durchgeführt.



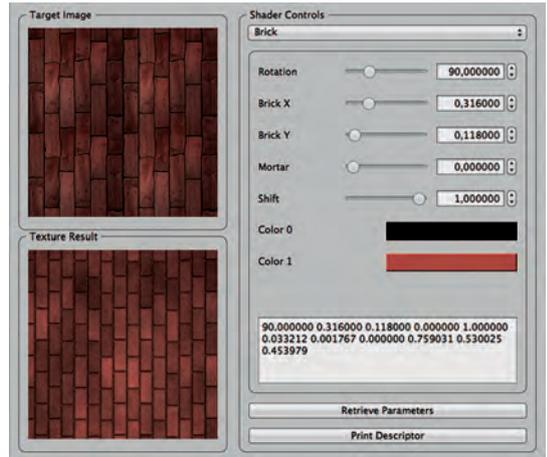
Eine Tiefenkarte der Rekonstruktion. Die Farbe der Pixel kodiert die Entfernung zu der Kamera: weiße Pixel sind weiter entfernt von der Kamera, schwarze weniger.

## Bildbasierte prozedurale Szenenrepräsentationen

Für die Erzeugung von virtuellen Szenen, wie sie zum Beispiel in der Filmbranche benötigt werden, spielen die visuelle Qualität der Szene, ihre nachhaltige Editierbarkeit und technische Voraussetzungen eine wichtige Rolle.

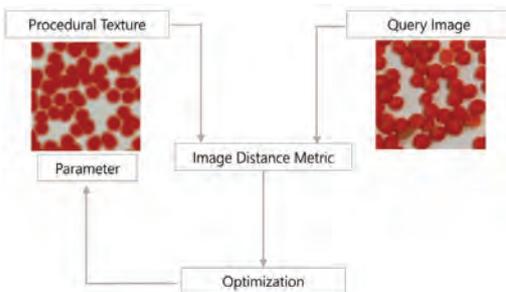
In Produktionen wird derzeit typischerweise der Fokus auf einen der Anforderungspunkte gelegt, mit Einschränkungen für die anderen. In unserem Projekt entwickeln wir Methoden, die die genannten Aspekte möglichst ausgewogen bedienen.

Im Speziellen beschäftigen wir uns mit der Kombination von bildbasierten und prozeduralen Modellierungsverfahren, indem wir den Look einer prozeduralen Repräsentation mithilfe eines Zielbildes steuern. Dabei bietet der bildbasierte Ansatz mit Hilfe des Eingabebildes eine hohe visuelle Qualität und einen leichten Erzeugungsprozess. Die prozedurale Szenenrepräsentation hingegen ermöglicht umfassende Editierbarkeit und eine kompakte Szenenbeschreibung.



Interface, um die Parameter einer prozeduralen Textur anhand eines Eingabebildes zu steuern.

Unsere Pipeline beinhaltet Forschungsfragen nach den für den menschlichen Betrachter relevanten Bildelementen, ihre Abstraktion, Verarbeitung und wie sie in einen anderen Bildraum übertragen werden können. Ferner bedarf es passender prozeduraler Modelle. In einem erstem Teilprojekt haben wir diese Fragen für prozedurale Texturen bearbeitet.



Methodik, um die Parameter einer prozeduralen Textur mit Hilfe einer Ähnlichkeitsmetrik und einem Optimierungsverfahren so zu justieren, dass die prozedurale Textur dem Eingabebild so ähnlich wie möglich wird.

**Projektleiter:** Jun.-Prof. Martin Fuchs, Prof. Bernhard Eberhardt (Hochschule der Medien)

**Mitarbeiterin:** Lena Gieseke

**Information:**

<http://go.visus.uni-stuttgart.de/promotionskolleg-digitalmedia>

**Projekt:** Promotionskolleg Digital Media

**Laufzeit:** 2012 – 2014

**Projekträger:**

Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg



## Lichtfelder mit kontinuierlicher Raum/Winkel-Auflösung

Die Lichtfeldaufnahme gehört zum Themengebiet der Computational Cameras. Dieses Forschungsfeld untersucht, wie die Beschränkungen der konventionellen digitalen Bildaufnahme umgangen werden können. Prinzipiell lässt sich der für die optische Wahrnehmung des Menschen

wichtige Lichttransport mit Hilfe einer plenoptischen Funktion (plenoptic function) beschreiben. Ein konventioneller Bildsensor kann nur einen zwei-dimensionalen Ausschnitt dieser Funktion aufnehmen.

Durch zeitliche oder räumliche Multiplexingverfahren lässt sich die Abtastung auf vier Dimensionen erweitern. Eine solche Abtastung wird als Lichtfeld (light field) bezeichnet. Basierend auf diesen Daten lassen sich durch entsprechende Algorithmen sehr interessante Effekte erzielen, beispielsweise die nachträgliche Verschiebung der Fokusebene bzw. virtuelle Kamerapositionen.

In diesem Forschungsprojekt wird ein Spiegel-Aufnahmesystem entwickelt, um eine kontinuierliche Lichtfeldabtastung zu realisieren. Durch die Spiegel werden zusätzliche virtuelle Kamerapositionen erzeugt. Von Interesse ist hierbei die Form der Spiegelfläche und deren Einfluss auf die Abtastung. Basierend auf einem möglichst optimalen Spiegelsetup ist eine dynamische Lichtfeldaufnahme denkbar, bei der nicht nur eine statische Aufnahme sondern eine Videosequenz verarbeitet wird.



Beispielhafter Aufbau eines Spiegel-Setups mit gekrümmten Spiegelflächen.

**Projektleiter:** Jun.-Prof. Martin Fuchs

**Mitarbeiter:** Alexander Wender

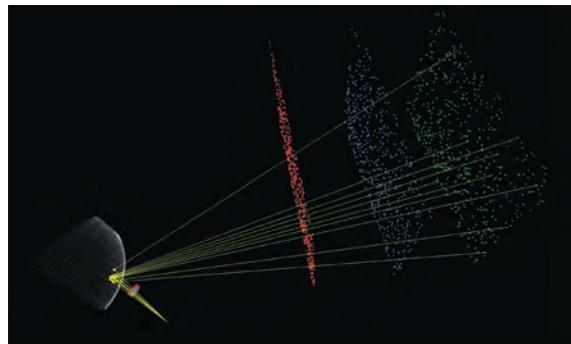
**Information:**

<http://go.visus.uni-stuttgart.de/smoothlightfield>

**Projekt:** Juniorprofessoren-Programm

**Laufzeit:** 2013 - 2015

**Projekträger:**  
Ministerium für  
Wissenschaft,  
Forschung und Kunst  
Baden-Württemberg



Visualisierung der Simulation von Lichtstrahl- und Spiegelrekonstruktion.





# PREISE UND AUSZEICHNUNGEN

---

## Aktuelle Auszeichnungen

### JULI 2014

Die Dissertation von **Markus Höferlin** über die Visuelle Analyse von Videodaten wird aufgrund ihrer besonderen wissenschaftlichen Leistungen mit einem von drei **Disserationspreisen der Vereinigung von Freunden der Universität Stuttgart** ausgezeichnet.

### JUNI 2014



Für seine herausragenden und internationalen Leistungen in Forschung und akademischer Lehre auf neuen

Fachgebieten der praktischen Informatik wird **Thomas Ertl** die Würde eines **Ehrendoktors** der **Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg** verliehen.

### APRIL 2014

**Robert Krüger** gewinnt für seine Arbeit mit dem Titel „Visual Analysis of Movement Behavior using Web Data for Context Enrichment“ bei der PacificVis in Yokohama (Japan) einen **Best-Paper-Award**.

### JANUAR 2014



**Marco Ament, Filip Sadlo und Daniel Weiskopf** werden beim **Computer Graphics Forum 2014 Cover Competition** für ihre Visualisierung einer

Supernova-Simulation von der European Association for Computer Graphics mit dem **Platz 1** ausgezeichnet.

net. Die Supernova wird daraufhin auf dem Titel aller 2014 erscheinenden Ausgaben des Computer Graphics Forums erstrahlen.

### DEZEMBER 2013

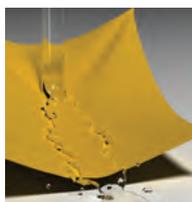
**Sebastian Grottel** erhält den vom Sonderforschungsbereich 716 erstmals ausgelobten **Doktorandenpreis**. Seine Promotion wurde aufgrund ihres besonderen Wertes für das Verbundprojekt sowie ihrer internationalen Sichtbarkeit geehrt.

### OKTOBER 2013

Bei der IEEE Vis wird die Arbeit „Ambient Volume Scattering“ von **Marco Ament, Filip Sadlo und Prof. Daniel Weiskopf** mit einer „**Honorable Mention**“ gewürdigt.

Ferner werden **Robert Krüger, Harald Bosch, Dennis Thom, Edwin Püttmann, Qi Han, Steffen Koch, Florian Heimerl und Prof. Thomas Ertl** für ihre Einreichung zur **VAST Challenge** ausgezeichnet, bei dem anhand von IMDB-Daten (International Movie Data Base) und Twitter-Nachrichten die Einspielergebnisse von ausgewählten Kinofilmen vorhergesagt werden sollten. Diese Auszeichnung kann das Institut bereits zum vierten Mal verbuchen.

### SEPTEMBER 2013



**Markus Huber** wird für sein Verfahren zur Computeranimation von Flüssigkeiten, die auf besonders dünne Textilien treffen, beim **International**

**Workshop on Vision, Modeling and**

**Visualization (VMV) 2013** mit dem **zweiten Platz bei den Best Paper Awards** ausgezeichnet.

Für eine Visualisierungstechnik, mit der die Auswertung von Eye-Tracking-Studien wesentlich erleichtert werden kann, erhält **Tanja Blascheck** auf der **Eye Tracking South Africa (ETSA) 2013** den **Best Short Paper Award**.



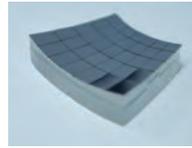
**Steffen Koch** erhält den mit 500 Euro dotierten **Rul-Gunzenhäuser-Preis** für seine erfolgreiche Dissertation zum Thema „Visual Search and Analysis of Documents in the Intellectual Property Domain“.

Anlässlich des 80. Geburtstages von Rul Gunzenhäuser wird die Auszeichnung, die bereits seit zehn Jahren jährlich für herausragende Diplomarbeiten verliehen wird, erstmals für eine Promotion verliehen.

#### MAI 2013

**Tanja Blascheck** wird für den aus ihrer Diplomarbeit hervorgegangenen Fachartikel „eTaddy – ein integratives Framework für die Erstellung, Durchführung und Analyse von Eyetracking-Daten“ mit dem **Best Paper Award bei den Informatiktagen 2013** der Gesellschaft für Informatik e.V. ausgezeichnet. Darin beschreibt sie ein integratives Framework, das den Versuchsleiter von Eyetracking-Studien bei der Erstellung, Durchführung und Auswertung seines Experimentes unterstützt.

#### NOVEMBER 2012



**Martin Fuchs und Markus Kächele** werden für ihre Publikation „Design and Fabrication of Faceted Mirror Arrays for Light Field Capture“ auf dem internationalen **Workshop Vision, Modeling and Visualization (VMV)** mit einem **Best Paper Award** geehrt. In ihrem Beitrag erarbeiteten die Wissenschaftler vom Visualisierungsinstitut (VISUS) gemeinsam mit Kollegen der Princeton University aus New Jersey (USA) neue Ansätze für die Weiterentwicklung von Lichtfeldaufnahmen.

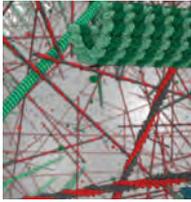
#### OKTOBER 2012

**Michael Burch und Prof. Daniel Weiskopf** erhalten gemeinsam mit Kollegen vom Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme für ihren Artikel „Visual Analytics Methodology for Eye Movement Studies“ einen **Best Paper Award bei der IEEE VisWeek**.

Zudem können **Robert Krüger, Robert Bosch, Steffen Koch und Christoph Müller** erneut eine „Honorable Mention“ bei der **Vast Challenge** für sich verbuchen. In diesem Jahr galt es, den Datensatz einer fiktiven Bank auf Anomalien zu untersuchen.

**Katrin Schamowski** gewinnt als Informatik-Studentin den internationalen **IEEE SciVis Contest 2012**. Sie entwickelte ein Verfahren zur Analyse einer Bariumtitanat-Simulation. Unterstützt wurde sie dabei unter anderem von Michael Krone und Filip Sadlo.

## SEPTEMBER 2012



Der Artikel "Atomistic Visualization of Mesoscopic Whole-Cell Simulations" von **Martin Falk und Michael Krone** wird auf dem **Eurographics**

**Workshop on Visual Computing for Biology and Medicine (VCBM)** in Norrköping (Schweden) mit dem **Best Paper Award** ausgezeichnet.



Auf der **Mensch & Computer 2012** in Konstanz wird der Arbeit „AmbiGlasses – Information in the Periphery of

the Visual Field“ von **Niels Henze** und Kollegen aus Oldenburg ein **Honorable Mention Paper Award** ausgesprochen. Darin beschreiben sie, wie eine mit LEDs ausgestattete Brille benutzt werden kann, um unaufdringlich Informationen im peripheren Sichtfeld zu vermitteln.

## AUGUST 2012

**Andrés Bruhn** und Kollegen der Universität des Saarlandes, des Max-Planck-Instituts für Informatik Saarbrücken und der ETH Zürich werden für die Arbeit „Anisotropic Range Image Integration“ mit einem **Paper Award der DAGM-OAGM 2012** ausgezeichnet.

## JULI 2012

**Filip Sadlo** wird **Elite PostDoc von Baden-Württemberg**. Mit seinen Visionen wurde er in das Eliteprogramm der Baden-Württemberg Stiftung aufgenommen und erhielt eine Förderung für ein anstehendes Forschungsprojekt.

## JUNI 2012



**Florian Alt** und Kollegen der TU Berlin wird der **Best Paper Award der SIGCHI Conference on Human Factors**

in **Computing Systems** in New York überreicht. Gewürdigt wird ihre Studie über ein interaktives Schaufenster in Berlin, bei der untersucht wurde, wie Betrachter die Interaktivität feststellen.

## OKTOBER 2011

**Corinna Vehlow** und **Julian Heinrich** erhalten für ihre Entwicklung zur Analyse von DNA-Mutationen in der Krankheitsforschung den **Vis Experts Favorite Award** bei der **IEEE VisWeek**.

## SEPTEMBER 2011

**Harald Bosch**, **Dennis Thom**, **Michael Wörner** und **Steffen Koch** gewinnen einen **Award bei der VAST Challenge**, bei der sie anhand von Nachrichten aus Microblogs mit geografischer Positionsangabe eine Krankheitsepidemie analysierten.

## MÄRZ 2011

Auf der „**International Conference on Information Visualization Theory and Applications 2011**“ in Portugal erhält **Michael Wörner** einen **Best Paper Award** für seine Arbeit „Multi-Layer Distorted 1D Navigation“.

## JANUAR 2011



**Prof. Thomas Ertl** wird in feierlichem Rahmen für seine Leistungen als Forscher auf dem Gebiet der Computer-

graphik zum **Ehrendoktor der Technischen Universität Wien** ernannt.

## Weitere Auszeichnungen

### PROF. THOMAS ERTL

- 2010 Outstanding Service Award des IEEE Visualization and Computer Graphics Technical Committee
- 2008 Fellow der Eurographics Association
- 2007 Mitglied der Heidelberger Akademie der Wissenschaften
- 2006 Outstanding Technical Contribution Award 2006 der Eurographics Association
- 2006 Technical Achievement Award des IEEE Visualization and Graphical Technical Committee

### INFOS-PREIS FÜR DISSERTATIONEN

- 2011 Dr. Magnus Strengert
- 2009 Dr. Ralf Botchen
- 2004 Dr. Martin Kraus

### DISSERTATIONSPREIS DER FREUNDE DER UNIVERSITÄT STUTTGART

- 2014 Dr. Markus Höferlin
- 2004 Dr. Martin Kraus

### RUL GUNZENHÄUSER PREIS FÜR DIPLOMARBEITEN

- 2014 Katrin Scharnowski
- 2013 Christoph Bergmann
- 2012 Christian Wimmer
- 2011 Christine Keller
- 2010 Andre Burkovski
- 2009 Benjamin Höferlin
- 2008 Marcus Üffinger
- 2007 Martin Falk
- 2006 Joachim Vollrath
- 2005 Ralf Botchen

- 2004 Harriet Kasper
- 2003 Thomas Klein

### WEITERE FORSCHUNGSPREISE

- 2010 Philip Heim – „Welt der Zukunft“, 2. Preis
- 2009 Steffen Koch, Harald Bosch, Mark Giereth, Thomas Ertl – Best Paper Award IEEE Symposium on Visual Analytics Science and Technology
- 2009 Harald Bosch, Julian Heinrich, Benjamin Höferlin, Markus Höferlin – IEEE Vast Challenge Award  
Steffen Koch, Christoph Müller, Guido Reina, Michael Wörner – IEEE Vast Challenge Award
- 2009 Steffen Lohmann, Philipp Heim, Lena Tetzlaff, Thomas Erl, Jürgen Ziegler – Best Paper Award 4th International Conference on Semantic and Digital Media Technologies
- 2005 Martin Rotard – Wolfgang Heilmann-Preis für die humane Nutzung der Informationstechnologie (Integra Stiftung Tübingen)
- 2004 Magnus Strengert, Sebastian Niedworok – Tübingen-Förderpreis (TL-Stiftung)
- 2001 Klaus Engel, Martin Kraus, Thomas Ertl – Best Paper Award Eurographics/ACM Graphics Hardware Workshop
- 2000 Daniel Weiskopf – Best Case Study IEEE Visualization Conference
- 2000 C. Rezk-Salama, Klaus Engel, M. Bauer, G. Greiner, Thomas Ertl – Best Paper Award Eurographics/ACM Graphics Hardware Workshop

# ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

---

VIS und VISUS bieten allen Interessierten zahlreiche Möglichkeiten, sich über die Forschung vor Ort zu informieren.

## Girls Day

Der Girls' Day ist eine bundesweite Veranstaltung, die Mädchen für Naturwissenschaften und Technik begeistern soll. Unsere Workshops im Überblick:



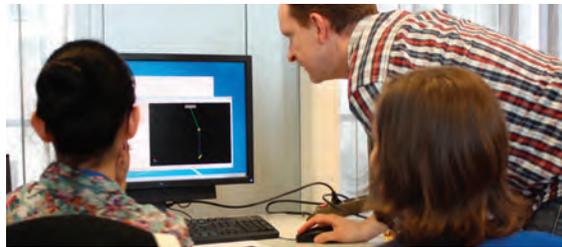
**Moleküle sichtbar machen**, seit 2010 (Sebastian Grottel, Michael Krone, Corinna Vehlou, Daniel Kauker, Katrin Scharnowski).



**Bau dir deinen eigenen Bildschirmschoner**, seit 2009 (Michael Wörner, Lena Giesecke)



**Wie Computer Smarties finden**, 2012 (Benjamin Höferlin).



**Mit Zahlen, Formeln und Algorithmen zum simulierten Planetensystem**, erstmals 2014 (Thomas Müller, Tina Barthelmes).

## Kids Week

Die vom Förderverein Kinderfreundliches Stuttgart organisierte Kids-Week findet jedes Jahr während der Oster- und Herbstferien statt und richtet sich an Kinder bis zum Alter von 14 Jahren. Die vom VIS angebotenen Workshops waren jedes Jahr ausgebucht.



**Programmier' dir deine eigene Bildergeschichte**, Herbst 2011 & 2013 (Florian Haag).



**Ich baue mein eigenes Rätselspiel**, Ostern 2011, 2012 und 2014 (Florian Haag, Michael Wörner).



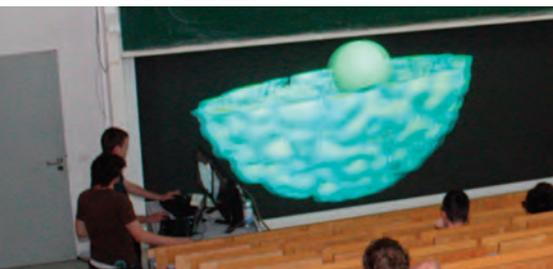
**Bau dir ein eigenes Flash-Computerspiel,** Herbst 2011 & 2012 (Michael Wörner, Tanja Blaschek, Bernhard Schmitz, Robert Krüger).

## Informatiktag

Die Fakultät organisiert jedes Jahr den Informatiktag, um Schüler der oberen Klassenstufen für Informatik und Softwaretechnik zu begeistern. Diese informieren sich vor Ort über die Studiengänge und erhalten Einblicke in die Informatik-Teilgebiete, so auch in die Visualisierung.



**Lab Tour Visualisierung,** seit 2014, ersetzt Vortrag ‚Stereo-Visualisierung‘ (Alexandros Panagiotidis, Christoph Müller, Kuno Kurzhals)



**Vortrag ‚Stereo-Visualisierung‘,** bis 2013 (Alexandros Panagiotidis, Markus Üffinger).



**Interaktion mit allen Sinnen,** seit 2012 (Markus Funk, Bastian Pflüger, Miriam Greis).



**Visualisierung von Fraktalen,** 2010 bis 2013 (Marko Ament, Lena Giesecke).



**Computer Vision,** 2010 (Julia Möhrmann).

## Probiert die Uni aus!

Das Projekt „Probiert die Uni aus!“ wendet sich an Schülerinnen ab Klasse 10, die sich für Naturwissenschaften und Technik interessieren und ausprobieren wollen, welcher Studiengang zu ihnen passt.

Seit zwei Jahren repräsentiert VIS dabei den Studiengang Informatik und organisiert gemeinsam mit dem Institut für Rechnergestützte Ingenieursysteme (IRIS) der Universität Stuttgart

einen Vortrag sowie einen praktischen Workshop. Darüber hinaus werden Fragen zum Studium beantwortet.



VIS beteiligt sich seit 2013 an der Präsentation der Informatik (Tanja Blascheck).

## Unitag

Der Unitag wird von der Universität Stuttgart veranstaltet und richtet sich an Schüler, die kurz vor der Studienentscheidung stehen.



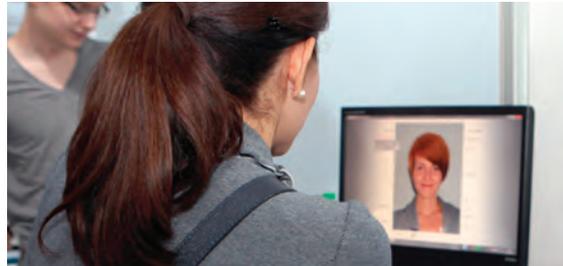
roboPix, Präsentation des Kunstroboters, 2011 (Michael Raschke, Benjamin Höferlin, Andre Burkovski).

## Tag der Wissenschaft

Jedes Jahr im Sommer tummeln sich zahlreiche Besucher auf dem Campus, um beim Tag der Wissenschaft Einblicke in die Forschung zu erhalten. Viele nutzten dabei die Gelegenheit, um sich über die Forschung im Bereich der Visualisierung und Interaktiven Systeme zu informieren.



Live-Demonstrationen (Lena Giesecke, Hans-Jörg Schmauder, Alexandros Panagiotidis, Markus Üffinger, Marcel Hlawatsch, u.a.).



Verschiedene Frisuren testen beim Virtuellen Figaro (Andrés Bruhn).



Analyse der Augenbewegung am Eye-Tracker (Dominik Herr, Kuno Kurzahls).



Visual Analytics – Twittern für den Katastrophenschutz (Robert Krüger).



Exponate rund um die **Mensch-Computer-Interaktion**, (HMI-Team).



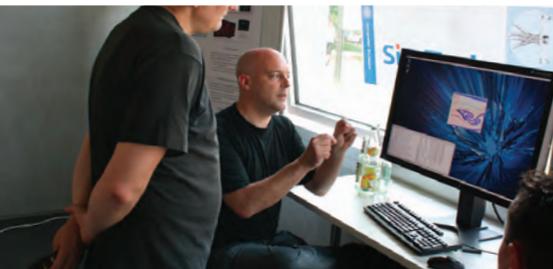
Einstein-Fahrrad (Michael Wörner, u.a.).



Teilchen in der Simulation, Stand des SFB 716 (Thomas Müller, Tina Barthelmes).

## Besucherguppen am VISUS

Darüber hinaus empfängt das VISUS zunehmend Besucher, die sich für die Forschung und das Visualisierungslabor interessieren. Dabei können sich die Gäste über die Visualisierungsforschung informieren und Demonstrationen auf der hochauflösenden Powerwall betrachten. Ein Blick auf die Technik hinter der Powerwall vermittelt ein Gefühl von der Komplexität dieser Forschung.



Demonstration von **Strömungssimulationen** (Filip Sadlo, Marco Ament).



Beim **ScienceSlam** 2012 gewannen Michael Wörner und Michael Raschke für ihre roboPix Performance den 1. Platz.



# FAKTEN UND DATEN (Stand: Juni 2014)

## Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von VIS und VISUS

PROFESSOREN	VERWALTUNG, TECHNIK	WISSENSCHAFTL. PERSONAL	GESAMT
6	11	60	<b>77</b>

### Professoren

NAME, VORNAME	TITEL	INSTITUT   ABTEILUNG	EINTRITT
Ertl, Thomas	Prof. Dr.rer.nat. Dr.techn.h.c. Dr.-Ing. E.h.	VIS   VISUS   Graphisch-Interaktive Systeme	1999
Weiskopf, Daniel	Prof. Dr.	VISUS   Visualisierung	2007
Schmidt, Albrecht	Prof. Dr.	VIS   Mensch-Computer-Interaktion	2010
Fuchs, Martin	Jun.-Prof. Dr.	VISUS   Visual Computing	2011
Bruhn, Andrés	Prof. Dr.	VIS   Intelligente Systeme	2012
Henze, Niels	Jun.-Prof. Dr.	VIS   Soziokognitive Systeme	2013
Gunzenhäuser, Rul	Prof. em Dr. Dr.-Ing. E.h.	VIS	1973

### Verwaltung und Technik

NAME, VORNAME	FUNKTION	INSTITUT   ABTEILUNG   ARBEITSGRUPPE	EINTRITT
Barthelmes, Tina	Öffentlichkeitsarbeit	VISUS	2011
Bayerlein, Wolfgang	Technischer Mitarbeiter	VISUS	2006
Malina, Anton	IT-Service	VIS   Intelligente Systeme	2014
Mebus, Anja	Sekretariat	VIS   Mensch-Computer-Interaktion	2010
Ritzmann, Ulrike	Sekretariat	VIS	1999
Roubicek, Margot	Sekretariat	VIS   Intelligente Systeme	2008
Schmid, Martin	IT-Service	VIS	1999
Schütz, Christine	Sekretariat	VIS	2009
Schulz, Maria	Sekretariat	VISUS	2012
Taras, Enrico	IT-Service	VISUS	2009
Vrana, Karin	Sekretariat	VISUS	2014

## Wissenschaftliches Personal und Stipendiaten

NAME, VORNAME	TITEL	INSTITUT   ABTEILUNG   ARBEITSGRUPPE	EINTRITT
Abdelrahman, Yomna	M.Sc.	VIS   Mensch-Computer-Interaktion	2014
Avila, Mauro	M.Sc.	VIS   Mensch-Computer-Interaktion	2014
Beck, Fabian	Dr.	VISUS   Arbeitsgruppe Weiskopf	2013
Blascheck, Tanja	Dipl.-Inf.	VIS   Graphisch-Interaktive Systeme	2012
Boblest, Sebastian	Dr.	VISUS   Arbeitsgruppe Ertl	2014
Bosch, Harald	M.Sc.	VIS   Graphisch-Interaktive Systeme	2008
Burch, Michael	Dr.	VISUS   Arbeitsgruppe Daniel Weiskopf	2009
Bußler, Michael	Dipl.-Inf.	VISUS   Arbeitsgruppe Ertl	2014
Dingler, Tilman	Dipl.-Medieninf.	VIS   Mensch-Computer-Interaktion	2012
Fernandes, Oliver	Dipl.-Phys.	VISUS   Arbeitsgruppe Ertl	2013
Frey, Steffen	Dipl.-Inf.	VISUS   Arbeitsgruppe Ertl	2008
Funk, Markus	Dipl.-Inf.	VIS   Mensch-Computer-Interaktion	2013
Gieseke, Lena	M.F.A.	VISUS   Arbeitsgruppe Fuchs	2012
Greis, Miriam	Dipl.-Inf.	VIS   Mensch-Computer-Interaktion	2013
Haag, Florian	Dipl.-Inf.	VIS   Graphisch-Interaktive Systeme	2010
Han, Qi	Dipl.-Phys.	VIS   Graphisch-Interaktive Systeme	2013
Hassib, Mariam A.	M.Sc.	VIS   Mensch-Computer-Interaktion	2014
Heimerl, Florian	Dipl.-Ling.	VIS   Graphisch-Interaktive Systeme	2011
Herr, Dominik	Dipl.-Inf.	VIS   Graphisch-Interaktive Systeme	2014
Heßel, Stefan	M.Sc.	VISUS   Arbeitsgruppe Ertl	2013
Hlawatsch, Marcel	Dipl.-Inf.	VISUS   Arbeitsgruppe Daniel Weiskopf	2008
Huber, Markus	Dipl.-Inf.	VISUS   Arbeitsgruppe Daniel Weiskopf	2012
John, Markus	M.Sc.	VIS   Graphisch-Interaktive Systeme	2013
Ju, Yong-Chul	M.Sc.	VIS   Intelligente Systeme	2014
Karch, Grzegorz K.	M.Sc.	VISUS   Arbeitsgruppe Ertl	2010
Kauker, Daniel	Dipl.-Inf.	VISUS   Arbeitsgruppe Ertl	2010
Koch, Sebastian	M.Sc.	VISUS   Arbeitsgruppe Fuchs	2012
Koch, Steffen	Dr.	VIS   Graphisch-Interaktive Systeme	2007
Körner, David	Dipl.-Medieninf.	VISUS   Arbeitsgruppe Ertl	2012
Korn, Oliver	Dr.	VIS   Mensch-Computer-Interaktion	2013
Krone, Michael	Dipl.-Inf.	VISUS   Arbeitsgruppe Ertl	2009
Krüger, Robert	M.Sc.	VIS   Graphisch-Interaktive Systeme	2012
Kubitza, Thomas	M.Sc.	VIS   Mensch-Computer-Interaktion	2012
Kurzahls, Kuno	Dipl.-Inf.	VIS   Graphisch-Interaktive Systeme	2012
Lischke, Lars	Dipl.-Inf.	VIS   Mensch-Computer-Interaktion	2014
Lohmann, Steffen	Dr.	VIS   Graphisch-Interaktive Systeme	2012

NAME, VORNAME	TITEL	INSTITUT   ABTEILUNG   ARBEITSGRUPPE	EINTRITT
Machado, Gustavo Mello	M.Sc.	VISUS   Arbeitsgruppe Ertl	2011
Müller, Christoph	Dipl.-Inf.	VISUS   Arbeitsgruppe Ertl	2006
Müller, Thomas	Dr.	VISUS   Arbeitsgruppe Daniel Weiskopf	2006
Mwalongo, Finian	M.Sc.	VISUS   Arbeitsgruppe Ertl	2011
Netzel, Rudolf	Dipl.-Inf.	VISUS   Arbeitsgruppe Daniel Weiskopf	2012
Panagiotidis, Alexandros	Dipl.-Inf.	VISUS   Arbeitsgruppe Ertl	2009
Pfleging, Bastian	Dipl.-Inf.	VIS   Mensch-Computer-Interaktion	2011
Pflüger, Hermann	Dipl.-Inf.	VIS   Graphisch-Interaktive Systeme	2012
Pohl, Norman	Dipl.-Ing. (FH)	VIS   Mensch-Computer-Interaktion	2012
Raschke, Michael	Dipl.-Phys.	VIS   Graphisch-Interaktive Systeme	2009
Reina, Guido	Dr.	VISUS   Arbeitsgruppe Ertl	2002
Sadlo, Filip	Dr.	VISUS   Arbeitsgruppe Ertl	2008
Sahami, Alireza	Dr.	VIS   Mensch-Computer-Interaktion	2011
Scharnowski, Katrin	Dipl.-Inf.	VISUS   Arbeitsgruppe Ertl	2013
Schmauder, Hansjörg	Dipl.-Inf.	VISUS   Arbeitsgruppe Daniel Weiskopf	2014
Schmitz, Bernhard	Dipl.-Inf.	VIS   Graphisch-Interaktive Systeme	2008
Schneegaß, Stefan	M.Sc.	VIS   Mensch-Computer-Interaktion	2012
Stoll, Michael	M.Sc.	VIS   Intelligente Systeme	2012
Thom, Dennis	Dipl.-Inf.	VIS   Graphisch-Interaktive Systeme	2010
Vehlow, Corinna	Dipl.-Ing.	VISUS   Arbeitsgruppe Daniel Weiskopf	2011
Volz, Sebastian	Dipl.-Math.	VIS   Intelligente Systeme	2013
Wender, Alexander	Dipl.-Ing.	VISUS   Arbeitsgruppe Fuchs	2013
Wörner, Michael	Dr.	VIS   Graphisch-Interaktive Systeme	2008
Wolf, Katrin	Dipl.-Des. Dipl.-Komm.-Wirt.	VIS   Mensch-Computer-Interaktion	2014

## Alumni

### Ehemalige Mitarbeiter von VIS und VISUS

NAME, VORNAME	TITEL	EIN- AUSTRITT
Ament, Marco	Dipl.-Inf.	2009 – 2014
Bachthaler, Sven	Dr.	2007 – 2012
Berghammer, Andrea		2010 – 2013
Bidmon, Katrin	Dr.	2002 – 2010
Bohnet, Bernd	Dr.	1999 – 2010
Bosse, Klaus	Dipl.-Math.	2009 – 2013
Botchen, Ralf	Dr.	2005 – 2008

NAME, VORNAME	TITEL	EIN- AUSTRITT
Burkovski, Andre	Dipl.-Inf.	2009 – 2011
Castro, Marianne	Sekretariat	1986 – 2008
Dachsbacher, Carsten	Prof. Dr.-Ing.	2007 – 2010
Diepstraten, Joachim	Dr.	2001 – 2005
Eissele, Mike	Dr.	2003 – 2009
Elleithy, Shymaa	M. Sc.	2008 – 2013
Engel, Klaus	Dr.	1999 – 2002
Engelhardt, Thomas	Dr.	2008 – 2010
Frisch, Norbert	Dr.	1999 – 2004
Giereth, Mark	Dr.	2002 – 2008
Grave, Frank	Dr.	2007 – 2010
Grottel, Sebastian	Dr.	2006 – 2012
Gut, Margarethe	Dipl.-Ling.	2005 – 2009
Hanakata, Kenji	PD Dr.	1972 – 2005
Heidemann, Gunther	Prof. Dr.	2006 – 2011
Heim, Philipp	Dr.	2009 – 2011
Hopf, Matthias	Prof. Dr	1999 – 2003
Höferlin, Benjamin	Dr.	2008 – 2013
Höferlin, Markus	Dr.	2009 – 2013
Hub, Andreas	Dr.	2000 – 2013
Iserhardt-Bauer, Sabine	Dr.	1999 – 2004
Jungjohann, Marianne	Sekretariat	2007 – 2011
Kächele, Markus	Dipl.Inf.	2012 – 2012
Klatt, Stefan	Dr.	2003 – 2006
Klein, Thomas	Dr.	2003 – 2008
Klenk, Sebastian	Dr.	2007 – 2012
Kley, Lorenz	Dipl.-Phys.	2009 – 2011
Kobus, Alexander		2005 – 2006
Kraus, Martin	Prof. Dr.	1999 – 2003
Kreppein, Hermann		1988 – 2011
Krysmanski, Sebastian	Dipl.-Inf.	2011 – 2013
Langjahr, Andreas		1989 – 2013
Liktor, Gabor	M.Sc.	2009 – 2010
Lippold, Dietmar	Dr.	2002 – 2007
Magallon, Marcelo	Dr.	1999 – 2003
Mailänder, Andreas	Dr.	1999
Möhrmann, Julia	Dr.	2008 – 2011

NAME, VORNAME	TITEL	EIN- AUSTRITT
Mückl, Gregor	Dipl.-Phys.	2009 – 2012
Müller, Anette		2011 – 2013
Müthing, Steffen	Dipl.-Phys. oec.	2008 – 2013
Niedworok, Sebastian	Dipl.-Phys.	2000 – 2002
Novák, Jan	M.Sc.	2009 – 2010
Pagot, Christian	Prof. Dr.	2007 – 2008
Prante, Thorsten	Dipl.-Inf.	2011 – 2013
Ressel, Matthias	Dr.	1998 – 2008
Rößler, Friedemann	Dr.	2004 – 2009
Röttger, Stefan	Prof. Dr.	1999 – 2003
Rose, Dirk	Dr.	2000 – 2005
Rotard, Martin	Dr.	2001 – 2007
Schafhitzel, Tobias	Dr.	2004 – 2008
Schlegel, Thomas	Jun.-Prof. Dr.	2008 – 2010
Schulz, Martin	Dr.	1999 – 2000
Schweikardt, Waltraud	Dr.	1972 – 2008
Sanftmann, Harald	Dr.	2008 – 2011
Seizinger, Alexander		2010
Shirazi, Seyed Abbas		2003 – 2004
Sommer, Ove	Dr.	1999 – 2001
Stegmaier, Simon	Dr.	2002 – 2005
Strengert, Magnus	Dr.	2004 – 2008
Taras, Christiane	Dr.	2006 – 2011
Tejada, Eduardo	Dr.	2004 – 2008
Thomass, Bertram	Dipl.-Inf.	2011 – 2011
Üffinger, Markus	Dr.	2007 – 2013
Vollrath, Joachim Ernst	Dipl.-Inf.	2006 – 2008
Weiler, Manfred	Dr.	2001 – 2004
Werner, Alfred	DV-Kfm.	1988 – 2006
Westermann, Rüdiger	Prof. Dr.	1999 – 2000

Wir trauern um unseren Kollegen und Freund Andreas Langjahr, der völlig unerwartet am 11. Januar 2013 an seinem Arbeitsplatz bei VIS verstorben ist. Er hat über viele Jahre die Rechnerinfrastruktur der Abteilung Intelligente Systeme und des ganzen Instituts vorbildlich betreut und hinterlässt eine schmerzliche Lücke.

## Ehemalige Mitarbeiter der Erlanger Arbeitsgruppe von Thomas Ertl

NAME, VORNAME	TITEL	EIN- AUSTRITT
Grosso, Roberto	Dr.	1994 – 1999
Hastreiter, Peter	Dr.	1995 – 1999
Kuschfeldt, Sven	Dr.	1995 – 1998
Lürig, Christoph	Prof. Dr.	1995 – 1999
Teitzel, Christian	Dr.	1995 – 1999

## Gastwissenschaftler

NAME, VORNAME	TITEL	EIN- AUSTRITT
Borgo, Rita (Italien)	Dr.	08 – 12/2004
Das, Sukhendu (Indien)	Prof.	03/2014
Chen, Min (Großbritannien)	Prof. Dr.	07 – 09/2005
Comba, Joao (Brasilien)	Prof.	09/2007
Gois, Joao (Brasilien)	Dr.	04 – 09/2006
Hansen, Charles (USA)	Prof.	05 – 06/2012
Koo, Sang Ok (Korea)	Dr.	07 – 08/2005
Küster, Falko (USA)	Prof. Dr.	07 – 08/2010
Negru, Stefan (Rumänien)	Dr.	09/2012 – 02/2013
Nonato, Luis Gustavo (Brasilien)	Prof.	09/2007
Novio Mallon, Paula (Spanien)	Dr.	2003 – 2004
Pagot, Christian (Brasilien)	Prof. Dr.	10/2008 – 09/2009
Sandor, Christian (Australien)	Prof. Dr.	07 – 12/2012
Shi, Weibin (China)	Dr.	03 – 12/2006
Westenberg, Michael (Niederlande)	Dr.	08/2004 – 07/2005

## Projektübersicht

### Exzellenzinitiative von Bund und Ländern

<b>SimTech   Exzellenzcluster ExC 310 Simulation Technology</b>		
Teilprojekte	5-8   Visualisierung von Strömung und Bruch in porösen Medien	2014 – 2016
	6-6   Interactive Visual Analysis of Big Data Simulation	2014 – 2016
	7-5   Tools and methods for supporting the development of ubiquitous end-user simulations that support collective interaction	2014 – 2016
	5-4   Interaktive Visualisierung von Multi-Skalen- und Multi-Physik-Simulationen	2008 – 2011
	8-2   Gekoppelte Simulation von Licht- und Schallausbreitung in komplexen Szenen	2009 – 2012
	8-7   Visualisierung für integrierte Simulationssysteme	2008 – 2012

<b>GSaME   Graduate School GSC 262 Advanced Manufacturing Engineering</b>		
Teilprojekte	Scalable Visual Analytics for Advanced Manufacturing	2012 – 2017
	Visual Analytics for Industrial Engineering	2007 – 2012

### DFG Sonderforschungsbereiche

<b>SFB 716   Dynamische Simulationen von Systemen mit großen Teilchenzahlen</b>		
Teilprojekte	D.3   Visualisierung von Systemen mit großen Teilchenzahlen	2007 – 2014
	D.4   Interaktive Visualisierung dynamischer, komplexer Eigenschaften von Protein-Lösungsmittel-Systemen	2007 – 2014
	D.5   Aggregations- und Multiskalentechniken	2007 – 2014
	Ö   Öffentlichkeitsarbeit	2011 – 2014

<b>SFB Transregio 75   Tropfdynamische Prozesse unter extremen Umgebungsbedingungen</b>		
Teilprojekt	A.1   Interaktive Visualisierung tropfdynamischer Prozesse	2010 – 2017

### DFG Schwerpunktprogramme

<b>SPP 1335   Skalierbare visuelle Analysetechniken</b>		
Teilprojekte	Skalierbare visuelle Analytik von Videodaten	2009 – 2014
	Skalierbare visuelle Analyse von Patentinformationen und wissenschaftlichen Dokumentensammlungen	2012 – 2014
	Visuelle Analyse von Patentdaten und Textdokumenten	2009 – 2011

<b>SPP 1648   Software for Exascale Computing</b>		
Teilprojekt	SPPExa   Simulation von Fluid-Struktur-Akustik-Wechselwirkungen	2013 – 2016

## DFG Normalverfahren

Astro   Visualisierung von astronomischen Daten und Objekten	2010 – 2015
Texturbasierte Vektorfeldvisualisierung mit Methoden der Signalverarbeitung	2010 – 2014
Variationsmethoden zur Fusion von Shape from Shading und Stereo	2013 – 2015
CobraNavi   Community-based real-world accessible Navigation	2012 – 2014

## Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

FeToL   Fehler-tolerante Umgebungen für peta-scale MPI Löser	2011 – 2014
VASA   Visual Analytics for Security Applications	2011 – 2014
HONK   Industrialisierung von hochauflösender Numerik für komplexe Strömungsvorgänge in hydraulischen Systemen	2013 – 2016
ePoetics   Korpuserschließung und Visualisierung deutschsprachiger Poetiken (1770- 1960) für den „Algorithmic criticism“	2013 – 2016
McSimVis   Many Core Simulation and Visualization	2008 – 2012

## Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)

IP-KOM-ÖV   Internet-Protokoll-basierte Kommunikation im öffentlichen Verkehr	2010 – 2014
motionEAP   System zur Effizienzsteigerung und Assistenz bei Produktionsprozessen in Unternehmen auf Basis von Bewegungserkennung und Projektion	2013 – 2015
HSI   Hard- und Softwareinterface-Entwicklung eines kartenbasierten, haptischen Orientierungs- und Navigationssystems für Menschen mit Sehbehinderung	2011 – 2013

## Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg

DDA   Das digitale Archiv Stuttgart	2013 – 2016
Juniorprofessoren-Programm des Landes Baden-Württemberg   Darstellung, Aufnahme und Wiedergabe von Lichtfeldern mit kontinuierlicher Raum/Winkel-Auflösung	2013 – 2015
Promotionskolleg Digital Media	
Projekte	
Simulation und Visualisierung von Lichttransport	2012 - 2014
Visuelle Analyse von Bewegungsdaten	2012 - 2014
Interaktion zwischen Textil- und Fluidsimulationen	2012 - 2014
Bildbasierte prozedurale Szenenrepräsentationen	2012 - 2014
Interactive Belt-Worn Badge	2013 - 2015

## Land Baden-Württemberg

Förderprogramm Informationstechnik (BW-FIT)   Interaktive Visualisierung auf Gigapixel Displays	2006 – 2010
---	-------------

## Baden-Württemberg-Stiftung

Eliteprogramm   Feldvisualisierung jenseits von Advektion	2013 – 2015
---	-------------

## Europäische Union (EU)

iPatDoc   Workbench for Interactive Contrastive Analysis of Patent Documentation	2013 – 2015
Simple Skin   Cheap, textile based whole body sensing systems for interaction, physiological monitoring and activity recognition	2013 – 2016
RECALL   Enhanced Human Memory	2013 – 2016
meSch   Material Encounters with digital Cultural Heritage	2013 – 2017
PESCaDO   Personalized Environmental Service Configuration and Delivery Orchestration	2010 – 2012
PD-NET	2007 – 2013

## Andere

ASBUS   Assistenz für sensorisch Behinderte an der Universität Stuttgart gefördert durch die Universität Stuttgart	2009 – 2013
---	-------------

## Begutachtete Publikationen

	BÜCHER, BUCHKAPITEL	KONFERENZ- BEITRÄGE	ZEITSCHRIFTEN- ARTIKEL	GESAMT
2014	1	31	11	<b>43</b>
2013	8	50	28	<b>86</b>
2012	3	79	29	<b>111</b>
2011	1	44	71	<b>116</b>
2010	2	40	31	<b>73</b>
2009	1	29	11	<b>41</b>
2008	2	32	16	<b>50</b>
2007	2	26	5	<b>33</b>
2006	3	26	5	<b>34</b>
2005	4	23	7	<b>34</b>
2004	7	32	3	<b>42</b>
2003	4	20	5	<b>29</b>
2002	5	22	4	<b>31</b>
2001	5	17	2	<b>24</b>
2000	0	15	3	<b>18</b>
<b>Summe</b>	<b>48</b>	<b>486</b>	<b>231</b>	<b>765</b>

## Abschlussarbeiten

	DIPLOM- ARBEITEN	BACHELOR THESIS	MASTER THESIS	PROMOTIONEN	GESAMT
2014	18	8	2	3	31
2013	26	20	4	6	56
2012	26	13	4	5	48
2011	14	0	2	2	18
2010	25	1	2	3	31
2009	18	0	0	2	20
2008	22	0	2	5	29
2007	25	0	0	0	25
2006	17	0	0	3	20
2005	13	0	1	2	16
2004	10	0	1	4	15
2003	14	0	0	2	16
2002	10	0	0	2	12
2001	6	0	0	0	6
2000	4	0	0	0	4
<b>Gesamt</b>	<b>248</b>	<b>42</b>	<b>18</b>	<b>39</b>	<b>347</b>

## Abgeschlossene Promotionen

NAME, VORNAME	TITEL	HAUPTBERICHTER	DATUM
Sahami, Alirezaa	Exploiting & Sharing Context - Computer mediated nonverbal communication	Schmidt, Albrecht	23.07.2014
Wörner, Michael	Visual Analytics for Production and Transportation Systems	Ertl, Thomas	27.06.2014
Korn, Oliver	Context-Aware Assistive Systems for Augmented Work. A Framework Using Gamification and Projection	Schmidt, Albrecht	21.05.2014
Höferlin, Benjamin	Scalable Visual Analytics in Video Surveillance	Heidemann, Gunther	08.11.2013
Bachthaler, Sven	Interactive Visual Analysis of Vector Fields	Weiskopf, Daniel	05.06.2013
Falk, Martin	Visualisierung und Mesoskopische Simulation in der Systembiologie	Ertl, Thomas	29.04.2013
Höferlin, Markus	Video Visual Analytics	Weiskopf, Daniel	27.03.2013
Heinrich, Julian	Visualization Techniques for Parallel Coordinates	Weiskopf, Daniel	26.03.2013

NAME, VORNAME	TITEL	HAUPTBERICHTER	DATUM
Üffinger, Markus	Advanced Visualization Techniques for Flow Simulations: from Higher-Order Polynomial Data to Time-Dependent Topology	Ertl, Thomas	17.03.2013
Koch, Steffen	Visual Search and Analysis of Documents in the Intellectual Property Domain	Ertl, Thomas	13.12.2012
Alt, Florian	A Design Space for Pervasive Advertising and Public Displays	Schmidt, Albrecht	07.12.2012
Giereth, Marc	An architecture for visual patent analysis	Ertl, Thomas	22.10.2012
Sanftmann, Harald	3D visualization of multivariate data	Weiskopf, Daniel	23.05.2012
Grottel, Sebastian	Point-based Visualization of Molecular Dynamics Data Sets	Ertl, Thomas	29.03.2012
Heim, Philipp	Interactive alignment as a model for human-computer interaction in the semantic web	Ertl, Thomas	18.11.2011
Taras, Christiane	Presentation and interaction techniques for the efficient use of graphical user interfaces by blind and visually impaired	Ertl, Thomas	08.04.2011
Bidmon, Katrin	Processing of meshes and geometry for visualization applications	Ertl, Thomas	06.10.2010
Eissele, Mike	Context-aware techniques for visualization	Ertl, Thomas	29.07.2010
Strengert, Magnus	Parallel visualization and compute environments for graphics clusters	Ertl, Thomas	18.06.2010
Rößler, Friedemann	Bringing the Gap between Volume Visualization and Medical Application	Ertl, Thomas	18.12.2009
Iserhardt-Bauer, Sabine	Standardisierte Protokolle für die medizinische Bildanalyse und Bildvisualisierung	Ertl, Thomas	04.12.2009
Schafhitzel, Tobias	Particle Tracing Methods for Visualization and Computer Graphics	Weiskopf, Daniel	16.12.2008
Botchen, Ralf	Multi-Field Visualization on Graphics Processing Units	Ertl, Thomas	19.11.2008
Klein, Thomas	Exploiting Programmable Graphics Hardware for Interactive Visualization of 3D Data Fields	Ertl, Thomas	16.10.2008
Reina, Guido	Visualization of Uncorrelated Point Data	Ertl, Thomas	16.09.2008
Tejada-Gamero, Eduardo	Towards Meshless Volume Visualiz	Ertl, Thomas	26.03.2008

NAME, VORNAME	TITEL	HAUPTBERICHTER	DATUM
Stegmaier, Simon	Acceleration Techniques for Numerical Flow Visualization	Ertl, Thomas	13.06.2006
Rose, Dirc	Methoden zur intuitiven Modifikation und interaktiven Darstellung von großen Finite Element Modellen	Ertl, Thomas	22.02.2006
Diepstraten, Joachim	Interactive Visualization Methods for Mobile Device Applications	Ertl, Thomas	24.01.2006
Weiler, Manfred	Hardware-beschleunigte Volumenvisualisierung auf adaptiven Datenstrukturen	Ertl, Thomas	27.09.2005
Rotard, Martin	Standardisierte Auszeichnungssprachen der Computergraphik für interaktive Systeme	Ertl, Thomas	19.07.2005
Röttger, Stefan	Volumetric Methods for the Real-Time Display of Natural Gaseous Phenomena	Ertl, Thomas	02.06.2004
Hopf, Matthias	Hierarchical Methods for Filtering and Visualization Based on Graphics Hardware	Ertl, Thomas	27.05.2004
Magallon, Marcelo	Hardware Accelerated Volume Visualization on PC Clusters	Ertl, Thomas	05.03.2004
Frisch, Norbert	Neue Verfahren zur Unterstützung der Arbeitsabläufe bei der Crash-Simulation im Fahrzeugbau	Ertl, Thomas	03.02.2004
Sommer, Ove	Interaktive Visualisierung von Strukturmechaniksimulationen	Ertl, Thomas	15.09.2003
Schulze-Döbold, Jürgen	Interactive Volume Rendering in Virtual Environments	Ertl, Thomas	08.08.2003
Engel, Klaus	Strategien und Algorithmen zur interaktiven Volumenvisualisierung in Digitalen Dokumenten	Ertl, Thomas	31.05.2002
Schulz, Martin	Interaktive Visualisierungssysteme zur beschleunigten Analyse von Simulationsergebnissen im Fahrzeugentwicklungsprozess	Ertl, Thomas	13.03.2002

**Redaktion:** Universität Stuttgart  
Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme,  
Visualisierungsinstitut  
Tina Barthelmes, Rul Gunzenhäuser, Christine Schütz

**V.i.S.d.P.:** Prof. Thomas Ertl

**Gestaltung, Layout:** Tina Barthelmes

**Druck:** diedruckerei.de

**Auflage:** 1.250

**Herausgeber:** Universität Stuttgart  
Informatik-Forum Stuttgart e.V.  
c/o Prof. L. Hieber  
Fakultät Informatik, Elektrotechnik und  
Informationstechnik  
Universitätsstrasse 38  
70569 Stuttgart  
infos@informatik.uni-stuttgart.de  
www.infos.informatik.uni-stuttgart.de

© 2014 Informatik-Forum Stuttgart e.V.



---

Universität Stuttgart  
Fakultät Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik  
Universitätsstraße 38  
70569 Stuttgart  
[infos@informatik.uni-stuttgart.de](mailto:infos@informatik.uni-stuttgart.de)  
[www.infos.informatik.uni-stuttgart.de](http://www.infos.informatik.uni-stuttgart.de)