

# Institut für Computergraphik

Prof. Wolfgang Boehm, Prof. Hans Hagen,  
Prof. Dieter W. Fellner, Prof. Marcus Magnor

wolfgang.boehm@tu-bs.de  
hagen@informatik.uni-kl.de  
d.fellner@igd.fraunhofer.de  
magnor@cg.cs.tu-bs.de

**Abstract:** Seit ihren Anfängen hat sich die Computergraphik der Technischen Universität Braunschweig international einen Namen gemacht. Für seine Forschungsbeiträge zu CAGD und Visualisierung, zu Digitalen Bibliotheken und Bildbasierten Verfahren ist die Braunschweiger Computergraphik weltweit bekannt. In der ganzen Welt arbeiten und forschen heute Computergraphiker aus Braunschweig.

## Die Anfänge bis 1994: Professor Boehm

Die Computergraphik an der TU Braunschweig ging aus dem Computer Aided Geometric Design hervor. Dabei versteht man unter diesem CAGD die mathematischen und geometrischen Grundlagen des mehr ingenieurmäßigen Computer Aided Design CAD.

Ende der 60er Jahre begann man - vor allem bei den beiden Automobilwerken Citroën und Renault in Frankreich - für Entwurf und Konstruktion allgemeiner Formen – wie etwa der Karosserien von Automobilen und deren Teile - Darstellungen auf dem Bildschirm zu verwenden und die abgegriffenen Daten zur unmittelbaren numerisch gesteuerten Fertigung zu verwenden.

Die erste Tagung und der erste Ideenaustausch darüber fand wohl 1971 unter Leitung von Pierre Bezier von Renault auf dem Salon de l'automobile in Paris statt. Die Vorträge wurden wenig später im Journal de la SIA veröffentlicht und mir von einem befreundetem Tagungsteilnehmer, Claus Friedrich - seinerzeit bei der Geometrischen Datenverarbeitung der AEG und später bei der ATAS GmbH - mitgebracht. Der Begriff CAGD wurde weniger später - 1973 - auf einer von Barnhill und Riesenfeld organisierten Tagung an der University of Utah geprägt und der Tagungsband 1974 bei Academic Press veröffentlicht. Die ersten Arbeiten auf diesem neuen Gebiet des CAGD an unserer TU entstanden, Monsieur Paul de Farget de Casteljau und seine Arbeiten wurden entdeckt, Ekkehart Stärk (1939 – 2004) schrieb seine wichtige Dissertation über den Zusammenhang des Algorithmus von de Casteljau mit den differenzierbaren

Verbindungen von Flächenstücken, sogenannter Patches, und Gerald Farin ( jetzt Arizona State University ) über Subsplines über Dreiecken.

1971 trug ich in Zusammenarbeit mit der AEG in Moskau und 1972 zusammen mit Jürgen Kahmann (jetzt Volkswagen AG) anlässlich der GI-Tagung in Berlin über die Grundlagen des CAGD vor. Daraus entstand 1984 gemeinsam mit Gerald Farin der „Survey of Curves and Surfaces Methodes in CAGD“ als erster Beitrag im neuen internationalen Journal CAGD, dessen Gründung Bob Barnhill und ich 1982 auf der Siggraph in Dallas beschlossen hatten. Schon zu dieser Zeit entstanden eine Reihe weiterer beachtenswerter Diplomarbeiten und Dissertationen auf diesem neuen Gebiet. Wir hatten den ersten Humboldt-Stipendiaten Laszlo (Leslie) Piegler aus Budapest ( jetzt Tampa USA ). 1984/85 unterstützte die DFG ein Forschungsvorhaben "Flächen im CAGD" unter Leitung von Hartmut Prautzsch und Mitarbeit von Michael Kaps ( jetzt YASC ) und Paul Arner aus den USA.



Abbildung 1: Die Arbeitsgruppe "Angewandte Geometrie und Computergraphik" in 1992: v.l.n.r. Bernd Fröhlich, Martin Bergmann, Wolfgang Boehm und Stefan Sebrantke

Zwischen 1986 und 1988 war ich Gast am R.P.I. in Troy, der wohl ältesten Technischen Universität der USA, und Gast der Northern Polytechnic University in Xian, China.

Das BMFT unterstützte in Zusammenarbeit mit dem Volkswagenwerk die Entwicklung eines Entwurfssystems von Automobilkarosserien, das Computer Aided Styling System CASS, auf der Basis bikubischer Splines. In dieser Zeit wurde an unserer TU eine C3-Stelle für Computergraphik geschaffen und Hans J. Hagen berufen, folgte 1988 aber einem Ruf an die Universität Kaiserslautern folgte.

1989 beschloss die Informatik die Gründung der Arbeitsgruppe „Angewandte Geometrie und Computergraphik“ unter meiner Leitung. Mitarbeiter für die Angewandte Geometrie und das CAGD wurde Hartmut Prautzsch (jetzt KIT Karlsruhe). Die Computergraphik übernahm Michael Goldapp gemeinsam mit den 1989 aus Kaiserslautern zurückkehrenden wissenschaftlichen Mitarbeitern Bernd Fröhlich und Andreas Johannsen. Dafür wurden später die Räumlichkeiten am Fallersleber-Tor-Wall 22 zur Verfügung gestellt. Michael Goldapp verließ uns allerdings 1993, um seine Arbeitskraft ganz seiner Firma LINEAS zu widmen. Seine Aufgaben in der Lehre übernahm dankenswerterweise Bernd Fröhlich (jetzt Universität Weimar) mit Andreas Johannsen (jetzt Siemens in Ames USA). Später übernahm Holger Hüsing (jetzt Bredex) die Praktika der Computergraphik, Mitarbeiter im CAGD wurde Herr Stefan Sebrantke.

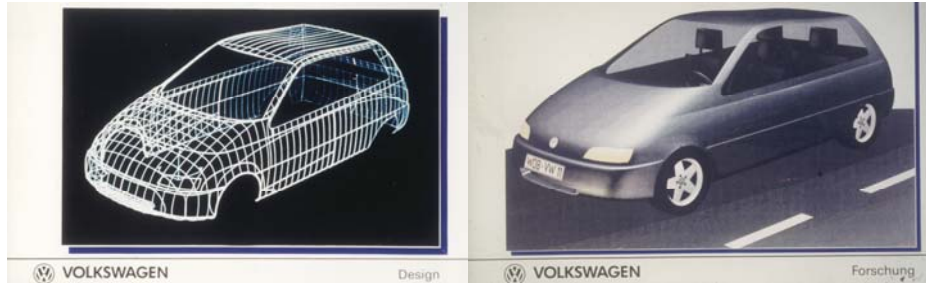


Abbildung 2: Darstellung und Computergraphik eines Autos.

Zu den zentralen Lehr- und Forschungsgebieten der Computergraphik zählten die Grundlagenforschung und Entwicklung geeigneter Methoden und Algorithmen für die naturgetreue Visualisierung von Objekten und bewegten Szenen, einschließlich der Modellierung von Landschaften oder Ähnlichem durch Fraktale. Dazu gehörten Anwendungen in der Architektur, der Städteplanung und der Flugsimulation, aber auch in der Darstellung von Oberflächenstrukturen in Medizin und Technik.



Abbildung 3: Schatztruhe mit muschelähnlichen mathematischen Flächen, sogenannten Dupinschen Zykliden, die Anwendungen im CAGD finden / Spiegelung des TU-Logos an einer Wasseroberfläche.

Durch den DAAD und die Humboldt-Stiftung gefördert, konnten wir Gastwissenschaftler aus den USA, der PR of China und Venezuela in unserer Arbeitsgruppe begrüßen. Zwischen 1990 und 1992 war ich wieder Gast am Rensselaer Polytechnic Institute in Troy und an der Universidad Central de Venezuela in Caracas, UCV. Darüber hinaus gab es Forschungsvorhaben mit Institutionen im Ausland, wie 1992 mit dem Hungarian Institute of Archeology in Budapest zur „Rekonstruktion von Baudenkmalern des alten Budapest“, 1993 mit Christof Thoenes von der Biblioteca Hertziana in Rom zur „Geometrie des Petersdoms nach einem Entwurf von Sangallo“ oder mit Marco Paluszuy von der Universidad Central de Venezuela in Caracas, zur „Darstellung und Anwendung verallgemeinerter Zykliden im Geometric Design“. Noch heute läuft im „Laboratorio de Computacion Graphica y Geometrica Applicada“ der UCV Braunschweiger Software. 1992 wurde ein Kooperationsvertrag der UCV mit unserer TU BS geschlossen.

In der kurzen Zeit nach der Gründung der Arbeitsgruppe „Angewandte Geometrie und Computergraphik“ bis zur Gründung des Instituts für Computergraphik entstanden fünf Dissertationen und 31 Diplomarbeiten auf den Gebieten des CAGD und der CG. Von 1982 bis 1995 organisierte ich - meist gemeinsam mit Bob Barnhill (University of Utah) und Josef Hoschek (TH Darmstadt) - 10 internationale Tagungen und Workshops zum Thema CAGD, unter anderem in Oberwolfach und Wolfenbüttel.

1993 folgte meine Versetzung in den Ruhestand und die TU schrieb eine C4-Stelle für die Computergraphik aus. Ich wurde gebeten die Arbeitsgruppe über das Pensionsalter weiter zu führen, bis die Professur neu besetzt und die Arbeitsgruppe in ein neugegründetes Institut für Computergraphik überführt werden konnte.

Es war eine sehr schöne Zeit der Zusammenarbeit und ich danke meinen Mitarbeitern ebenso wie für die großartige und großzügige Unterstützung bei der Gründung und Ausstattung meiner Arbeitsgruppe durch die Kollegen der Informatik und den damaligen Präsidenten der TU, Bernd Rebe.

### **1986 – 1988: Professor Hagen**

Die C-3 Stelle für Computergraphik war meine erste Professur in Deutschland. Zuvor war ich in den USA tätig. Ich denke gerne an die – wenn auch kurze – Zeit an der TU Braunschweig zurück. In den knapp 2 Jahren wurden wesentliche Forschungsimpulse gesetzt. Es entstanden die ersten Arbeiten zu einer neuen Modelliermethodik, dem sog. „Variational Design“. Diese Technik ist heute Industriestandard. Die damaligen Mitarbeiter Guido Brunnett (heute Prof. (C-4) in Chemnitz) und Paolo Santarelli (heute Forschungs- und Entwicklungsleiter der TransCat) haben dies wesentlich mitgeprägt. In dieser Zeit waren auch erste Ansätze in Richtung „Scientific Visualization“ erfolgreich. Dieses Gebiet beeinflusst noch heute nahezu alle Bereiche von Naturwissenschaft und Technik. Die damaligen Studenten Bernd Hamann (heute Vice-President für Research an der UC Davis) und Stephanie Hahmann (heute Professorin an der Univ. Grenoble) haben hier ihre Karriere begonnen.

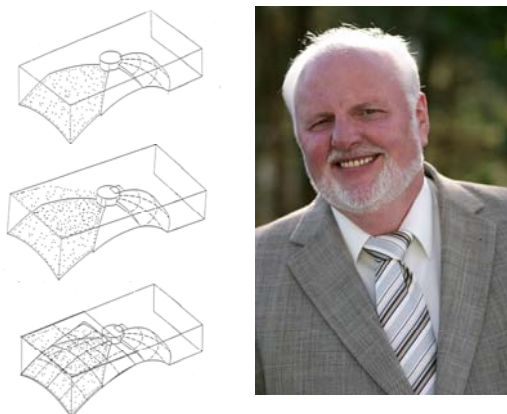


Abbildung 4: Variational Design eines Reflektors / Prof. Hans Hagen

## 1998 – 2005: Professor Fellner

Nach den akademischen Stationen TU Graz, Memorial University in St. John's, Canada und der Universität Bonn war die TU Braunschweig meine erste Berufung auf einen Lehrstuhl – verbunden mit der ehrenvollen Aufgabe, als Gründungsvorstand ein neues Institut für Computergraphik aufzubauen. Erst im Rückblick wird einem klar, was bei einer solchen Aufgabe alles schiefgehen kann. Aber man kann natürlich auch Glück haben und ein in vielfacher Hinsicht optimales Umfeld vorfinden. Und das war in Braunschweig in der Tat gegeben: Kollege Böhm hatte die Bedeutung dieses Forschungsgebiets im Bewusstsein der TU Braunschweig fest verankert und die Leitung der TU wollte die Stelle nach den zahlreichen Verzögerungen nicht nur zügig besetzen, sondern sie auch vernünftig ausstatten. An dieser Stelle gebührt mein Dank dem damaligen Dekan Ehrich für sein Coaching sowie Präsident Rebe für die Bereitschaft, sich auf meine Planungen und Ziele einzulassen. Mein Dank gilt aber auch dem damaligen Kanzler Wagner, der nicht nur die Zusagen der TU an mich als Institutsleiter verlässlich umgesetzt hatte, sondern auch in meiner Zeit als Dekan (2001 – 2003) des Fachbereichs für Mathematik und Informatik ein äußerst kooperativer und hilfreicher Partner bei der Umsetzung des durch das neue Niedersächsische Hochschulgesetz vorgegebenen Rahmens war.



Abbildung 5: Professor  
Dieter W. Fellner

Die Forschungs- und Projektbereiche in meiner Zeit an der TU Braunschweig waren vor allem durch die Themen *Geometrische Modellierung* (speziell generative Modellierung), *Rendering*, *Immersive Projektionssysteme* und *Digitale Bibliotheken* geprägt.

Im Bereich der Digitalen Bibliotheken war mein 1997 bei der DFG eingereicherter Antrag auf Einrichtung eines Schwerpunktprogramms zu Verallgemeinerten Dokumenten erfolgreich und so hatte ich die Ehre, dieses SPP mit dem Namen „*Verteilte Verarbeitung und Vermittlung Digitaler Dokumente (V3D2)*“ bis 2005 zu koordinieren. Das SPP hat in diesem Förderzeitraum pro Jahr zirka 50 Forscher in 21 Forschungsgruppen finanziert und auch wesentliche Impulse für die internationale Forschungslandschaft geliefert. Und besonders erfreulich ist natürlich die Tatsache, dass zahlreiche wissenschaftliche Mitarbeiter in diesem SPP heute renommierte Professuren innehaben – so zum Beispiel die Kollegen Balke (TU Braunschweig), Goesele (TU Darmstadt) oder Kobbelt (Aachen), um nur einige zu nennen.

Mit den Werkzeugen und Erfahrungen aus dem SPP war es auch möglich, für die Eurographics Association einen eigenen und von den großen Verlagen unabhängigen Publisher zu etablieren, der in der Zwischenzeit auf Augenhöhe mit den führenden Verlagen im Visual Computing agiert (und der die TU Braunschweig seit 2002 auch in dieser Hinsicht fest in der Forschergemeinde verankert hat).

Während die in Braunschweig begonnenen Forschungsarbeiten an der generativen und rekonstruierenden Modellierung, unverändert aktuell sind und einen großen

Anwendungsbereich im Kontext von Kulturerbe haben, haben die Arbeiten an immersiven Projektionssystemen, speziell auf Basis von DLP-Projektoren, 2008 mit der Markteinführung des F10 AS3D von der Firma projectiondesign ihren Abschluss gefunden. Ziel dieser Arbeiten war die kostengünstige Realisierung von immersiven Projektionssystemen – die zu Beginn unserer Arbeiten in Braunschweig noch im 7-stelligen Bereich lagen.



Die erste Vorstellung der Ergebnisse erfolgte bei der Ausstellung *Fut[our] 2000* mit dem semi-immersiven Exponat der TU Braunschweig. Die erste Version der DAVE (für Definitely Affordable Virtual Environment, einer 4-seitigen CAVE) wurde dann mit dem Einzug in das neue Informatikzentrum realisiert, das im letzten Moment noch baulich auf diese Installation vorbereitet werden konnte. Mit den Arbeiten an der DAVE wurden im Rahmen der Promotion von Herrn Hopp sowie nach seiner Promotion durch sein spin-off auch laufend Verbesserungen an den selbst entwickelten Stereo-DLP-Projektoren so weit geführt, dass eine Lizenzierung an die Firma projectiondesign und damit eine industrielle Umsetzung möglich wurde.



Im Jahr 2005 folgte ich mit einem Großteil des Teams (12 Mitarbeiter) einem Ruf an meine Alma Mater, der TU Graz, um das Institut für ComputerGraphik und WissensVisualisierung aufzubauen. Seit Oktober 2006 leite ich auch das Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD) und bin Professor für Graphisch-Interaktive Systeme im Fachbereich Informatik der Technischen Universität Darmstadt.

Die Jahre an der TU Braunschweig waren für mich und meine Mitarbeiter eine äußerst erfolgreiche und prägende Zeit. Neben den hoch motivierten und exzellenten Mitarbeitern und dem ausgezeichneten Arbeitsumfeld, das neben der Grundausstattung des Landes von der DFG, dem BMBF, der EU und der Industrie finanziert wurde, war dies vor allem im kollegialen Umfeld und in der Unterstützung durch die TU-Leitung begründet. Meinen herzlichen Dank an sie alle!

## 2006 – heute: Professor Magnor



Seit sechs Jahren halte nun ich den Staffelpstab der Braunschweiger Computergraphik in der Hand. Nach meinem Studienabschluss in Physik und der Promotion in Elektrotechnik bin ich erst während meiner Postdoktoranden-Zeit an der Universität Stanford zur Informatik und Computergraphik gestoßen. Als Nachwuchsgruppenleiter am Max-Planck-Institut für

Abbildung 6: Professor Marcus Magnor

Informatik erhielt ich in 2005 den Ruf nach Braunschweig. Friedrich Wahl leitete die Berufungskommission und kümmerte sich sehr fürsorglich um mich noch recht jungen und in universitären Dingen unbeleckten Kollegen-in-spe. Die Berufungsgespräche im Herbst 2005 waren durch unseren damaligen Dekan Lars Wolf sehr gut vorbereitet worden, sie verliefen durchweg konstruktiv und zügig. Der Hauptamtliche Vizepräsident Kölsch meinte später einmal zu mir, meines sei wohl eines der schnellsten Berufungsverfahren an der TU gewesen.

Mit der Rufannahme fiel mir nun die ehrenvolle Verantwortung zu, das international angesehene Institut für Computergraphik der TU Braunschweig fortzuführen. Herr Fellner hinterließ mir das Institut „besenrein“, so dass ich von Beginn an frei planen und über die Ressourcen des Instituts verfügen konnte. Der Wiederaufbau des Instituts wurde auch dadurch sehr erleichtert, dass ich mit Timo Stich bereits einen Doktoranden vom MPII mitbringen und wenig später auch Christian Linz als wissenschaftlichen Mitarbeiter von der Saar an die Oker locken konnte. Mit dem „Computervisualisten“ Martin Eisemann von der Universität Koblenz und der Diplom-Mathematikerin Anita Sellent von der TU Darmstadt hatte ich innerhalb eines Jahres eine zugkräftige Mannschaft beisammen, mit der mir in den kommenden Jahren der Wiederaufbau des Instituts gelingen sollte. Alle vier wiss. Mitarbeiter der ersten Stunden sind inzwischen promoviert. Timo Stich und Christian Linz gingen nach ihrer Promotion in die Industrie (zu Nvidia und Aicon3D) während Anita Sellent ihre akademische Karriere als Postdoktorandin an der Universität Bern fortsetzt und Martin Eisemann zur Zeit als Akademischer Rat am Institut habilitiert.

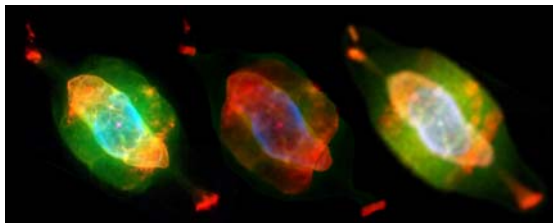


Abbildung 8: 3D-Rekonstruktion von Planetarischen Nebeln

spannenden Themen der Computergraphik und des Visual Computing. Unsere Drittmittelprojekte werden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG, dem European Research Council ERC und der Privatwirtschaft gefördert. Dem Peer-Review-Prinzip verpflichtet stellen wir die Ergebnisse unserer Forschung regelmäßig auf den Prüfstand, indem wir unsere Arbeiten zu angesehenen internationalen Konferenzen und renommierten Fachzeitschriften einreichen. In den vergangenen sechs Jahren bestanden neben 5 Buchkapitel auch 31 Fachzeitschriftenartikel und 80 Konferenzbeiträge vor unseren wissenschaftlichen Peers und wurden zur Veröffentlichung angenommen, u.a. auf der ACM CHI, SiggraphAsia, Eurographics, EGSR sowie in den Fachzeitschriften IEEE T-PAMI, T-VCG, CG&A, CGF und weiteren. Wir haben Kontakte zu vielen Forschergruppen weltweit und haben bislang internationale Wissenschaftler aus Kanada, Neuseeland, den USA, Mexiko, Großbritannien, Belgien und der Schweiz

Seit dem Neuanfang 2006 ist das Institut für Computergraphik wieder kontinuierlich gewachsen. Neben unserer Sekretärin Anja Franzmeier und unserem Techniker Carsten Götze forschen dank der erfolgreichen Einwerbung von Drittmitteln wieder zwei Habilitanden und vierzehn Doktoranden an diversen



Abbildung 7: Real-time Raytracing

bei uns begrüßen dürfen. Mit Wolfgang Steffen haben wir 2011/12 sogar einen Forschungspreisträger der Alexander-von-Humboldt-Stiftung aus Mexiko für ein Jahr bei uns zu Gast.

Viele große und kleine Erfolge waren uns am ICG in den vergangenen sechs Jahren beschieden. So waren wir Teil des Teams CarOLO, dessen autonom fahrendes Auto „Caroline“ im November 2007 sehr erfolgreich am Finale der DARPA Urban Challenge in Victorville in Kalifornien teilnahm und auf den 7. Platz fuhr. In 2008 haben wir den Best Student Paper Award auf der Eurographics gewonnen und Patentschutz für unsere Alternate-Exposure-Imaging-Kamera erhalten, mit der wir Bewegungen direkt ermitteln können. 2009 durfte ich als Scholar der Fulbright-Kommission mein erstes Forschungssemester an der University of New Mexico in den USA verbringen. Im Frühjahr 2010 erteilte mich ein Ruf an die Universität Tübingen auf die Nachfolge des international renommierten Computergraphikers Wolfgang Strasser. Unsere Fakultät und die TU Braunschweig konnten den Ruf jedoch erfolgreich abwehren und sicherten sich damit den Preisträger des mit 1.5 Mio Euro dotierten European Starting Grant Awards

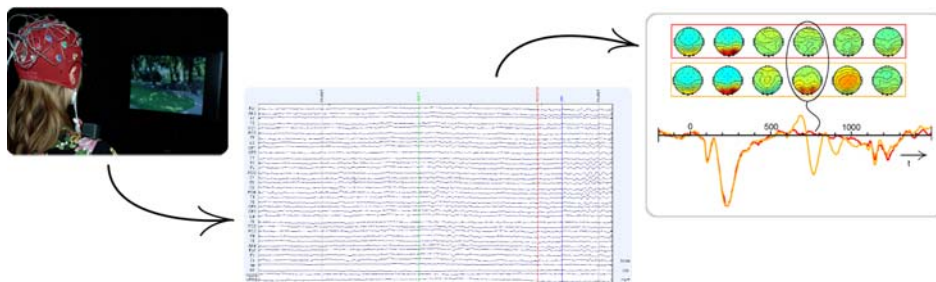


Abbildung 9: EEG Analysis of Implicit Human Visual Perception

des ERC. Im Mai 2011 wurde die TU Braunschweig auf unsere Bewerbung hin von der US-Graphikkartenfirma Nvidia zum "CUDA Research Center" erklärt, eine Auszeichnung, die sich die TU Braunschweig u.a. mit der ETH Zürich, dem KIT, der CMU und UCLA teilt.

Auch in der akademischen Lehre ist das Institut für Computergraphik sehr erfolgreich. Unsere Lehrveranstaltungen erfreuen sich durchgehend großer Beliebtheit bei unseren Studenten, 42 haben in den vergangenen Jahren ihre Abschlussarbeit erfolgreich bei uns geschrieben. In den studentischen Lehrevaluationen werden unsere Lehrveranstaltungen durchgehend mit "gut" bis "sehr gut" bewertet. Und mit unserer neuen Veranstaltung "Praktische Aspekte der Informatik" haben wir ein neues, praxisorientiertes Modul in die Bachelor- und Masterstudiengänge Informatik eingeführt, dessen angewandtes Lehrkonzept von den Studenten sehr gut angenommen wird.

### Computergraphik heute

"Ein Bild sagt mehr als tausend Worte", denn Bilder sind der schnellste und breiteste Informationskanal in unser Bewusstsein. Gerade weil aber Bilder so viel Information enthalten, war ihre wissenschaftliche Untersuchung in früheren Zeiten mit Papier und



Bleistift kaum möglich. Erst seit kurzem verfügen wir mit Computern über das Werkzeug, um die Prinzipien zu ergründen, wie Bildinhalt und Information zusammenhängen.

Unsere Forschungsinteressen gliedern sich in drei große Bereiche:

- Messen und Modellieren

Ein Bild ist eine Messung, eine Digitalkamera ein Messinstrument: mit Bildern können Millionen Messwerte zeitgleich erfasst werden, aus der Distanz und ohne das vermessene System zu beeinflussen. Ein Forschungsschwerpunkt unseres Instituts ist die Entwicklung neuer Aufnahmetechniken und Bildanalysealgorithmen, um reale Objekte, Szenen und Phänomene in Raum und Zeit physikalisch korrekt zu vermessen und naturgetreu zu modellieren.

- Schnelle und realistische Bilderzeugung

Bilder sind das intuitivste und allgemeinverständlichste menschliche Kommunikationsmedium. In verschiedenen Forschungsprojekten werden am Institut für Computergraphik schnelle Rechenverfahren entwickelt, um von digitalen Modellbeschreibungen überzeugend echte Bilder zu erzeugen.

- Wahrnehmen und Verstehen

Jeder visuelle Eindruck basiert auf der Interpretation des Gesehenen im Gehirn. Am Institut für Computergraphik erforschen wir, wie wahrnehmungspsychologische Erkenntnisse in Computerprogramme umgesetzt werden können um neue Bildbe- und -verarbeitungsalgorithmen zu ermöglichen.

Mit unseren Forschungsarbeiten zur visuellen Informationsverarbeitung ergründen wir das informationswissenschaftliche „Wesen“ von Bildern: Wie kann Information aus Bildern automatisch extrahiert werden? Wie können komplexe, hochdimensionale Datensätze visuell so dargereicht werden, dass sie vom menschlichen Betrachter verstanden und analysiert werden können? Wie können natürliche Szenen und Ereignisse digital aufgenommen, modelliert und bearbeitet werden? Wie nimmt unser Gehirn überhaupt Bilder und Bildfehler wahr? Durch die Beantwortung solcher Fragen gewinnen wir neue Erkenntnisse, die uns dabei helfen, spannende neue Anwendungsbereiche zu erschließen. Denn schließlich ist die visuelle Informationsverarbeitung eine der wesentlichen "Enabling Technologies" unseres digitalen Zeitalters.



Abbildung 10: Virtual Video Camera