



## FWF Forschungsschwerpunkt „Industrielle Geometrie“ *FWF Joint Research Programme „Industrial Geometry“*

Im Rahmen seiner Kuratoriumssitzung vom 4. Oktober 2004 hat der FWF den Forschungsschwerpunkt ‚Industrial Geometry‘ genehmigt. Dabei handelt es sich um eine österreichweite, innovative Zusammenarbeit der Universitäten Linz und Innsbruck sowie der technischen Universitäten Graz und Wien. Die TU Graz spielt in diesem Forschungsschwerpunkt mit dem Teilprojekt ‚Computational Geometry‘ (zu Deutsch etwa ‚Rechnerische Geometrie‘) unter Leitung von Dr. Oswin Aichholzer (Institut für Softwaretechnologie) in Zusammenarbeit mit Dr. Franz Aurenhammer (Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung) eine zentrale Rolle. Das Projekt wird mit 1. April 2005 beginnen, wodurch in diesem Forschungsbereich 3 ½ weitere Drittmittelstellen zur Verfügung stehen werden.

In den letzten Jahrzehnten entwickelten sich verschiedene Wissenschaftsdisziplinen, die sich mit der Umsetzung geometrischer Zusammenhänge in spezifischen Anwendungen beschäftigen. Dazu gehören unter anderem die Computer Vision (z.B. die Analyse von (Video-) Bildern), die Geometrische Datenverarbeitung (eine der Grundlagen der CAD-Technologie, die gegenwärtig als Standardverfahren in der Industrie eingesetzt wird) oder der Bereich der Rechnerischen Geometrie (Analyse und Design von Methoden zur effizienten algorithmischen Lösung grundlegender geometrischer Probleme). In all diesen Gebieten ist die Integration geometrischer Information eine der zentralen aktuellen Forschungsfragen. Anwendungen reichen vom Einsatz in der industriellen Produktion bis zur Medizin – so können zum Beispiel mit Methoden der Bildverarbeitung geometrische Information aus medizinischen Datensätzen, wie etwa CT, Röntgen oder Ultraschall, erheblich effizienter extrahiert werden.

Bis vor kurzem waren diese Gebiete voneinander weitgehend unabhängig und isoliert, da die Untersuchung der auftretenden geometrischen Probleme in der Regel in enger Verbindung zu den entsprechenden Anwendungen und in unterschiedlichen wissenschaftlichen Communities betrieben wurde (klassische Geometrie, Differentialgleichungen, Computational Geometry, CAD, ...). Das führte zu einer Vielzahl unterschiedlicher Ansätze, und jedes Gebiet etablierte seine eigenen, erfolgreichen Verfahren und Lösungsmethoden. Mittlerweile sind die in den Anwendungen auftretenden Probleme jedoch erheblich komplexer geworden, so dass sie häufig nur durch ein Zusammenwirken der verschiedenen Teilbereiche der Geometrie gelöst werden können.

Der FWF Forschungsschwerpunkt „Industrielle Geometrie“ soll eine Integration und Zusammenführung der verschiedenen Gebiete bewirken. Dies wird zu neuen wissenschaftlichen Fragestellungen, neuen mathematischen Erkenntnissen und schlussendlich zur Entwicklung neuer Technologien führen. Unter anderem ist geplant, zentrale Fragen die in allen Teilbereichen auftreten, von verschiedenen Standpunkten aus zu bearbeiten. Wir erwarten dadurch nicht nur die Gewinnung zusätzlicher Einsichten, sondern auch die Entwicklung neuer mächtiger Werkzeuge zur Lösung praktischer Probleme.

Die beteiligte Forschungsgruppe der TU Graz wird in enger Zusammenarbeit mit den anderen Gruppen den Schwerpunkt Computational Geometry vertreten. Hier werden algorithmische Fragestellungen komplexer geometrischer Zusammenhänge untersucht. Einerseits wird es dabei notwendig sein im Rahmen der Grundlagenforschung neue geometrische (Daten-) Strukturen zu entwickeln bzw. zu analysieren. Konkret sollen zum Beispiel die derzeit sehr aktuellen Pseudo-Triangulierungen auf ihre geometrisch-kombinatorischen Eigenschaften sowie

ihre Einsetzbarkeit für Anwendung untersucht werden. Andererseits ist es geplant die so gewonnenen Einsichten für konkrete Anwendungen in effiziente und robuste Programme umzusetzen. Dabei werden unter anderem geometrische Programmbibliotheken wie CGAL<sup>®</sup> oder LEDA<sup>®</sup> verwendet werden. Weitere Arbeitsgebiete umfassen u.a. geometrische Graphen, die effiziente Generierung von Oberflächengittern, Distanzberechnungen und Clusterverfahren in höherdimensionalen Räumen oder geometrische Suchverfahren. Nicht zuletzt erlaubt es dieser Forschungsschwerpunkt auch die lange und äußerst erfolgreiche Tradition der Forschung im Bereich der Computational Geometry an der TU Graz weiter fortzusetzen (so sind in diesem Bereich bereits ein halbes Dutzend weltweit bekannter Professoren aus der TU Graz hervorgegangen).

Folgende Arbeitsgruppen sind österreichweit am Forschungsschwerpunkt beteiligt: Bert Jüttler (FSP-Sprecher, Universität Linz), Otmar Scherzer (Universität Innsbruck), Helmut Pottmann (TU Wien), Oswin Aichholzer (TU Graz), Franz Aurenhammer (TU Graz).

### *FWF Joint Research Programme „Industrial Geometry“*

*Industrial geometry is based on computational techniques, which originated in various branches of applied geometry. For instance, the methods of Computer Aided Geometric Design form the mathematical foundation of the powerful CAD technology that is available today. Computer Vision provides methods for inspecting and analyzing (video) images. Tools for image processing are used to reconstruct geometrical features from digital image data in medicine, such as X-ray or computer tomography images. Computational Geometry provides efficient algorithms to solve fundamental geometrical problems. Until recently, these different branches of applied geometry have been developed by fairly disjointed and independent scientific communities. The wide background of problems and applications led to a great diversity of approaches and produced a wealth of available techniques. During the last years, the different fields and communities have started to become increasingly interconnected, and have even begun to merge. This process is driven by the increasing complexity of the applications, where techniques from only one field are generally not sufficient to arrive at useful results.*

*The FWF Joint Research Programme „Industrial Geometry“ will integrate and combine the different branches of application-oriented geometric research. Computational Geometry, a subproject led by researchers from the TU Graz (Principal investigator Oswin Aichholzer (Institute for Software Technology), co-investigator Franz Aurenhammer (Institute for Theoretical Computer Science)) will play a central role within this JRP. Main topics of this subproject will be: mesh-generation (especially pseudo-triangulations), geometric graphs, distances and clustering in higher dimensional spaces, efficient data structures for information retrieval, and advanced geometric representation. Moreover, we will provide efficient and robust programs utilizing the obtained geometric insights. To this end we plan to integrate our results into geometric program libraries, such as CGAL<sup>®</sup> or LEDA<sup>®</sup>. The JRP will start on April 1st 2005, and support 3 ½ PhD positions.*

*The following Austrian research groups will participate in the JRP: Bert Jüttler (speaker of the JRP, University Linz), Otmar Scherzer (University Innsbruck), Helmut Pottmann (TU Wien), Oswin Aichholzer (TU Graz), Franz Aurenhammer (TU Graz).*