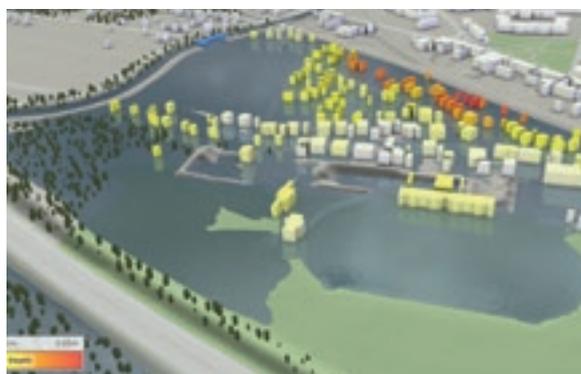
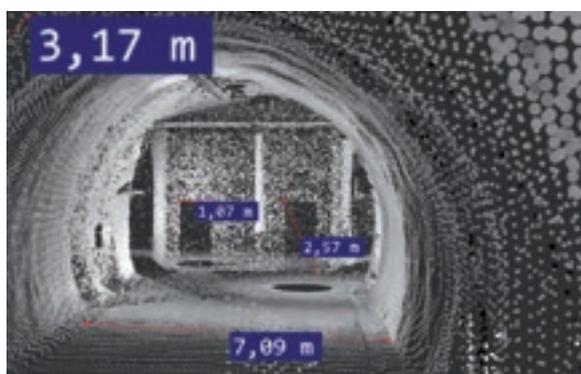
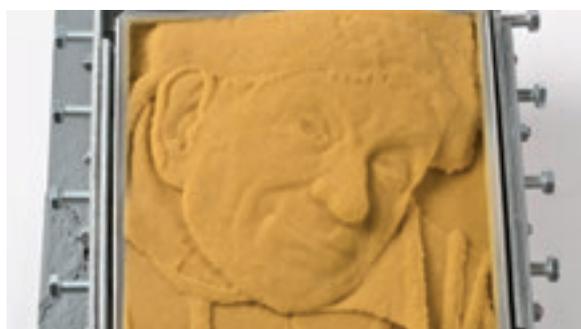
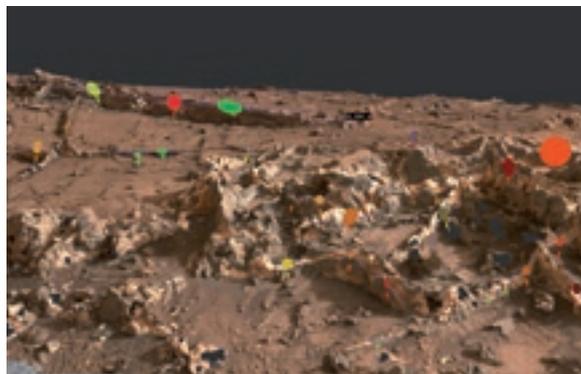


Sehen|Verstehen|Entscheiden  
Recognise|Understand|Decide

# Jahresbericht 2016/17 Annual Report 2016/17



zentrum für  
virtual reality und visualisierung  
forschungs-gmbh

## Adressänderung – wir sind umgezogen!

**Neue Adresse:**

Donau-City-Straße 11, 5. OG, 1220 Wien

[office@vrvis.at](mailto:office@vrvis.at)

[www.vrvis.at](http://www.vrvis.at)

**Neue Telefonnummer:**

01/9089892

[www.facebook.com/vrvis](http://www.facebook.com/vrvis)

[www.twitter.com/vrvis](http://www.twitter.com/vrvis)

[www.instagram.com/vrvis\\_austria](http://www.instagram.com/vrvis_austria)

**Neue Faxnummer:**

01/9089892-900

[www.youtube.com/vrvis](http://www.youtube.com/vrvis)

Vorwort .....	Preface .....	4
Mission Statement .....	Mission statement .....	6
Unser Netzwerk .....	Our network .....	8
Veranstaltungen .....	Events .....	10
Wissenschaftliche Highlights .....	Scientific highlights .....	12
Leistungsportfolio .....	Range of services .....	13
Plattformen .....	Platforms .....	18
Projekte .....	Projects .....	25
Publikationen .....	Publications .....	32
Financial Report .....	Financial report .....	34
Über VRVis .....	About VRVis .....	37
Impressum .....	Imprint .....	38

## 2016: ein bewegtes Jahr

Unbestritten, für das VRVis war der große Tag im Jahr 2016 der 30. Juni. An diesem erfuhren wir, dass der im Vorjahr erstellte Antrag und unser Hearing im Juni bei den Gutachtern zu einem positiven Evaluierungsergebnis geführt hatten, sodass die COMET-Förderung für weitere vier bis acht Jahre genehmigt wurde! Das „neue“ VRVis hat nun wesentlich mehr wissenschaftliche Partner, einige neue Industriepartner und viele zukunftsweisende neue Projekte. Die interne Gliederung wurde von drei auf vier Areas umstrukturiert, um die sich wandelnden wissenschaftlichen Anforderungen flexibler bewältigen zu können. Eine vom Fördergeber gewünschte, und von der unabhängigen Firma Technopolis durchgeführte, vergleichende Evaluation des VRVis mit ähnlichen internationalen Einrichtungen kam überdies zu einer erfreulichen Conclusio: „VRVis is highly compatible with all considered centres, in some aspects even superior, in particular its long-term alliances with industry.“

Unerwartet ereilte uns vergangenes Jahr die traurige Nachricht über den Todesfall von Dr. Robert Tobler (47), dem ersten Mitarbeiter, der im Jahr 2000 angestellt worden war. Er kam bei einem Segelflugaussturz ums Leben. Dies nur wenige Wochen nachdem er die lange ersehnte und bestechend sicher erworbene Habilitation bekommen hatte. Wir haben damit einen der wissenschaftlich herausragendsten Mitarbeiter verloren, der eine tiefe inhaltliche und menschliche Lücke hinterlässt.

Ahnend und hoffend, dass es nicht das letzte VRVis-Jahr sein werde, wurde im Mai der (binär!) 10.000ste Geburtstag unseres Forschungszentrums gefeiert. Mit zahlreichen Gästen als auch Gratulantinnen und Gratulanten aus Industrie, Wissenschaft und Verwaltung ließen wir die letzten 16 Jahre in Bildern und Anekdoten Revue passieren. Damit auch die Unterhaltung nicht zu kurz kam, präsentierte der Kabarettist Gery Seidl Ausschnitte aus seinem neuesten Programm. Es war ein gelungenes Fest, das optimistisch und fröhlich stimmte. Und dieser Optimismus möge uns durch die nächsten interessanten Jahre tragen!



Prof. Dr. Werner Purgathofer

## 2016: an eventful year

Undisputably, the big day for VRVis in 2016 was 30<sup>th</sup> June. It was on this day that we were informed that our COMET application submitted the year before and our hearing in June had received a positive evaluation, with the result that funding was approved for a further four to eight years. The “new” VRVis now has many more scientific partners, a few new industrial partners and a large number of future-oriented new projects. The internal structure has been restructured from three to four areas so that the changing scientific requirements can be handled more flexibly. A comparative evaluation of the VRVis with similar international institutions, which was carried out by the independent company Technopolis, also led to a pleasing conclusion: “VRVis is highly compatible with all considered centres, in some aspects even superior, in particular its long-term alliances with industry.“

Sadly, last year we received the unexpected news that Dr. Robert Tobler (47) – the first employee to be appointed in 2000 – had died in a glider crash. This happened just a few weeks after he had received his long-awaited, and undoubtedly guaranteed, habilitation. We have lost one of our employees with the highest level of academic excellence. He will be missed dearly.

Hoping and sensing that it would not be the last year of VRVis, we celebrated the 10,000<sup>th</sup> (binary) anniversary of our research centre in May. With numerous guests as well as congratulators from industry, science and administration, we reviewed the last 16 years in pictures and anecdotes. And to ensure the guests were properly entertained, the cabaret artist Gery Seidl presented excerpts from his latest repertoire. It was a successful event with an optimistic and cheerful atmosphere. And we hope that this optimism will carry us through the next few years, which are bound to be interesting!



**Prof. Dr. Werner Purgathofer**  
Präsident des Boards und  
Wissenschaftlicher Leiter  
President of the Board and  
Scientific Director

## Neue Weichen für die Zukunft

Vergangenes Jahr erreichten wir einen großen Meilenstein: am 30. Juni 2016 wurde unsere COMET-Förderung erneut bewilligt und um 8 Jahre verlängert. In einem zweistufigen internationalen Peer-Review-Verfahren wurden wir positiv von der FFG evaluiert. Das ist gleich in mehrfacher Hinsicht von großer Bedeutung. In erster Linie heißt das, dass wir Fördermittel bekommen werden, aber es bestätigt ebenso, dass wir mit unserer Forschung herausragende Arbeit an vorderster Technologie- und Wissenschaftsfront leisten. Selbstverständlich ist es aber auch ein Auftrag für die Zukunft: weiterhin Exzellenz in unserer Forschung zu erbringen!

Vorwärtsgewandt ist auch der Blick in der Geschäftsführung des VRVis. Mit 20. Juli 2016 trat ich zu Georg Stonawski in die Geschäftsführung ein, gemeinsam teilten wir uns die nächsten Monate die CEO-Agenden um eine optimale „Staffelübergabe“ zu meistern. Im Frühjahr 2017 begann das Fade Out von Georg Stonawski und ich übernahm verstärkt das Tagesgeschäft.

Zentrale Aspekte meiner Arbeit als Geschäftsführer sollen dabei einerseits die Kommerzialisierung und andererseits die Frauenförderung sein. Das Ziel Ersteren ist es, unsere Software-Plattformen zu vermarkten und verstärkt den ökonomischen Ansatz zu verfolgen, sodass sich eine noch bessere Verschränkung von Wissenschaft, Wirtschaft und Industrie ergibt. Chancengleichheit am VRVis war immer schon ein Teil unserer Corporate Identity, bereits in der Vergangenheit haben wir Maßnahmen gesetzt um uns als attraktiver und fairer Arbeitgeber vorzustellen und so mehr weibliche Researcher zu uns an Board zu holen. Darüberhinaus haben wir neue, zusätzliche Aktionen für mehr Gender Diversity gestartet; schließlich beruht der Erfolg eines Unternehmens auf seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Vielfalt und Innovation sind hierbei die Basis unserer Arbeit und Unternehmenskultur!



DI Dr. Gerd Hesina

## Setting a new course for the future

Last year, we reached a major milestone: on 30<sup>th</sup> June 2016, our COMET grant was re-approved and extended by 8 years. In a two-stage international peer-review procedure, we were positively evaluated by the FFG. This is of great importance in several respects. First and foremost, this means that we will receive funding, but it also confirms that we are doing outstanding work with our research at the forefront of technology and science. It goes without saying that our mission for the future is also to further uphold the excellence in our research.

Forward-looking is also the direction of VRVis' management. On 20<sup>th</sup> July 2016, I joined the management team under Georg Stonawski, whereby over the next few months we divided up the CEO's agendas between us in order to ensure a smooth handover. In spring 2017, the fade-out of Georg Stonawski started and I took over more and more of the day-to-day work.

Key aspects of my work as CEO should cover commercialisation on the one hand and the advancement of women on the other. The goal of the first is to market our software platforms and strengthen the economic approach, resulting in even more overlap between science, industry and economy. Equal opportunities at VRVis has always been part of our corporate identity. In the past, we have taken measures to present ourselves as an appealing and fair employer to attract more female researchers. We have also initiated new additional campaigns for more gender diversity. Ultimately, the success of a company is based on its employees. Diversity and innovation are the basis of our work and corporate culture.



DI Dr. Gerd Hesina  
Geschäftsführer  
CEO

## Mission Statement

### Mission statement

VRVis ist eine international anerkannte und Österreichs führende Forschungseinrichtung im Bereich Visual Computing. Durch unsere Kompetenzen in der Grundlagenforschung, aber auch in der angewandten Industrieforschung, tragen wir maßgeblich dazu bei Österreich als richtungsweisende technologische und wissensbasierte Region in Europa zu positionieren. Wir nehmen aktiv am Forschungs- und Technologieaustausch auf nationaler und internationaler Ebene teil. **Internationalität** spiegelt sich dabei nicht nur in unserem wissenschaftlichen Netzwerk wider, sondern zeigt sich auch anhand unseres Teams, unserer Kooperationspartner als auch Auftraggeber aus aller Welt.

Mit unserer Expertise fördern wir aktiv den Wissens- und Erfahrungsaustausch zwischen Forschung und Industrie, vermitteln darüber hinaus aber auch durch aktive **Science Communication** unsere Projekte und Errungenschaften an die Allgemeinheit und tragen zum Wissenschaftsdialog bei.

Visualisierung ist eine Querschnittstechnologie. Sie macht Zusammenhänge sichtbar, hilft Einsichten zu gewinnen und bildet somit die notwendige Grundlage für Entscheidungsfindung. Visualisierung ist speziell in unserer datengetriebenen Informationsgesellschaft eine zentrale Technik, die wir als entscheidend verstehen. Sie wird in der Zukunft – beispielsweise durch das Internet of Things oder Big Data – noch weiter an Bedeutung gewinnen.

VRVis is an internationally recognised and Austria's leading research institution in the field of visual computing. Through our expertise in basic research as well as in applied research, we are instrumental in positioning Austria as a leading technological and knowledge-based region in Europe. We actively participate in research and technology exchange at national and international level. **Internationality** is not only reflected in our scientific network, but also in our team, our cooperation partners as well as in our clients from all over the world.

With our expertise, we actively promote the exchange of knowledge and experience between research and industry, but we also communicate our projects and achievements to the general public through active **science communication** and therefore contribute to an active and broad scientific dialogue.

Visualisation is a cross-section technology. It makes connections visible, helps in gaining insights and thus forms the necessary basis for decision-making. Visualisation is a key technology in our data-driven information society in particular. We consider it a crucial technology. It will become even more important in the future - for example through the Internet of Things or Big Data.



Das VRVis Team.

The VRVis team.

Unsere Arbeitsgebiete sind dabei in vier große Areas aufgeteilt.

Our work areas are divided into four large areas.

Visual Analytics	Complex Systems		Semantic Modelling and Acquisition	Smart Worlds		Multiple Senses	
Visual Analytics	Biomedical Image Informatics	Interactive Visualisation		Geospatial Visualisation	Integrated Simulations	Mobile Augmented Reality	Multiple Senses

Unsere wissenschaftliche Exzellenz basiert dabei nicht nur auf unserem Know How, sondern auch auf unserer Unternehmenskultur. Wir haben uns verstärkt **Chancengleichheit & Frauenförderung** verschrieben und verstehen Gender Mainstreaming nicht nur als Agendapunkt der europäischen Forschungspolitik sondern als Teil unserer Corporate Identity. Unser inklusiver Umgang beschränkt sich dabei nicht nur auf unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, wir betreiben auch aktive **Nachwuchsförderung** und bieten angehenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern noch während ihrer Ausbildung Betreuung und die Möglichkeit erste Praxiserfahrung zu sammeln.

Wir sehen den Schlüssel für ein erfolgreiches und zukunftsorientiertes VRVis nicht nur in der Innovation bei unserer täglichen Forschungsarbeit, sondern auch in unserer Unternehmenskultur, die Gleichberechtigung, Vielfalt und kreative Innovation fördert.

Our scientific excellence is based not only on our expertise, but also on our corporate culture. We have increasingly devoted ourselves to **equal opportunities and the advancement of women**. We understand gender mainstreaming not only as an item on the agenda of European research policy, but as part of our corporate identity. Our inclusive approach is not limited to our employees, we also actively support the **promotion of young talent** and offer scientists the opportunity to gain some initial practical experience.

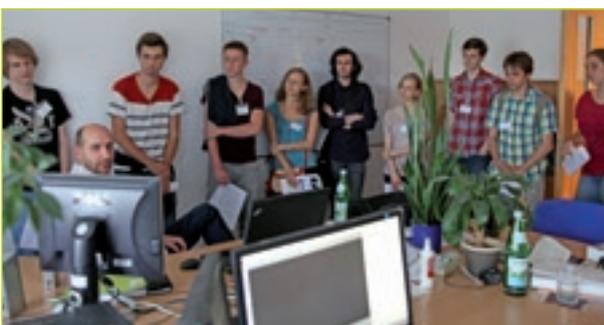
We believe that the key to a successful and forward-looking VRVis not only lies in the innovation of our daily research work, but also in our corporate culture, which promotes equality, diversity and creative innovation.



Teilnahme am Vienna City Marathon. We took part in the Vienna City Marathon.



VRVis bei Wiener Wunderkammer. VRVis at Wiener Wunderkammer.



Unser Open Lab Day. Our Open Lab Day.



Vortragende beim VRVis Forum. Speakers at the VRVis Forum.

**Das VRVis-Netzwerk setzt sich aus folgenden Partnern in drei verschiedenen Gruppen zusammen.**

**The VRVis network consists of the following partners in three different groups.**

### Förderorganisationen

Das VRVis betreibt eine Vielzahl an Forschungsprojekten, die oftmals durch Finanzierungen von Förderorganisationen unterstützt werden. Das finanzielle Portfolio der geförderten Projekte reicht dabei von Innovationsschecks von ein paar tausend Euros bis zu Projekten mit mehreren Millionen Förder volumen, inhaltlich geht es sowohl um Grundlagenforschung als auch angewandte industrielle Forschung.

### Funding organisations

VRVis conducts a large number of research projects, which are often supported by funding organisations. The financial portfolio of the funded projects ranges from innovation checks of a few thousand euros to projects with several million euros in funding, also ranging from basic research to applied industrial research.

- ❑ Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG)
- ❑ Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF)
- ❑ Das Land Steiermark (Abteilung 12, Referat Wirtschaft und Innovation)
- ❑ Steirische Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH (SFG)
- ❑ Wiener Wissenschafts-, Forschungs- und Technologiefonds (WWTF)
- ❑ Wirtschaftsagentur Wien. Ein Fonds der Stadt Wien.
- ❑ European Commission (EC)

### Community Partner

Dies sind entweder Wissenschaftspartner aus dem universitären Bereich mit denen das VRVis Forschungsaktivitäten (z. B. die Erstellung von Scientific Papers) durchführt oder Industriepartner außerhalb der COMET Förderschienen, die mit uns gemeinsam Forschungsprojekte abwickeln.

### Community partners

These are either scientific partners from the university sector with whom the VRVis conducts research activities (e.g. the creation of scientific papers) or industrial partners outside of COMET, who jointly carry out research projects with us.

#### Selected community partners

- ❑ AIRIC AVIATION INFRASTRUCTURE RESEARCH & INNOVATION CENTRE
- ❑ AQUILAB
- ❑ ASFINAG
- ❑ China Aerospace Science and Technology Corporation
- ❑ CNRS – Centre national de la recherche scientifique
- ❑ Delft University of Technology Universität Bergen
- ❑ Disney Research Zürich
- ❑ ECSEL Austria
- ❑ ETH Zürich Eurographics
- ❑ European Space Agency (ESA)
- ❑ Fondazione Santa Lucia
- ❑ Harvard University
- ❑ Imperial College London
- ❑ Institut Claudius Regaud
- ❑ Nanjing University of Information Science & Technology
- ❑ networked DIGITAL DATA
- ❑ RTCA – Rail Technology Cluster Austria
- ❑ RWTH Aachen Universität
- ❑ SBA Research
- ❑ Technische Universität Berlin
- ❑ Universidad de Buenos Aires
- ❑ Université d’Auvergne
- ❑ Universität Konstanz
- ❑ Universitätsklinikum Freiburg
- ❑ University of Manchester
- ❑ viadonau

## Vereinsmitglieder

Der Verein „Verein des Kompetenzzentrums für Virtual Reality und Visualisierung“, welcher im Jahr 2000 gegründet wurde, ist Inhaber der „VRVis GmbH“, einer gemeinnützigen Gesellschaft mit beschränkter Haftung. Alle Partner sind Mitglieder dieses Vereins. In der Generalversammlung werden strategischen Fragen sowie unter anderem zukünftige Forschungsprojekte des Vereins beschlossen.

## Association members

The “Verein des Kompetenzzentrums für Virtual Reality und Visualisierung” (Austrian Association of the Competence Centre for Virtual Reality and Visualisation), which was founded in 2000, owns “VRVis GmbH”, a non-profit limited liability company. All partners are members of this association and all strategic issues, as well as the Association’s future research projects, for example, are decided at the General Assembly.

### Science partners

- ❑ Technische Universität Wien
- ❑ Technische Universität Graz
- ❑ Universität Wien
- ❑ AIT Austrian Institute of Technology GmbH
- ❑ Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH

- ❑ Medical University of Vienna
- ❑ Otto-von-Guericke University Magdeburg
- ❑ University of Stuttgart
- ❑ University of Utah
- ❑ Virginia Tech

### Industrial partners

- ❑ AGFA HealthCare GmbH
- ❑ AR4 GmbH
- ❑ ArteConTacto
- ❑ Austrian Power Grid AG
- ❑ AVL List GmbH
- ❑ Braincon Handels-GmbH
- ❑ Bongfish GmbH
- ❑ D. Swarovski KG
- ❑ DIBIT Messtechnik GmbH
- ❑ Forschungsinstitut für Molekulare Pathologie GmbH (IMP)
- ❑ Geoconsult Wien ZT GmbH
- ❑ Geodata ZT GmbH
- ❑ Hage Sondermaschinenbau GmbH & Co KG
- ❑ HAKOM Solutions GmbH
- ❑ Heinemann Fluid Dynamics Research GmbH
- ❑ Hilti Corporation
- ❑ Imagination Computer Services GmbH

- ❑ IQSOFT Gesellschaft für Informationstechnologie m.b.H.
- ❑ Kapsch TrafficCom AG
- ❑ Linsinger ZT GmbH
- ❑ Lithoz GmbH
- ❑ Meixner Vermessung ZT GmbH
- ❑ ÖBB Infrastruktur AG
- ❑ plasmO Industrietechnik GmbH
- ❑ RHI AG
- ❑ RIOCOM – Ingenieurbüro für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft DI Albert Schwingshandl
- ❑ rmData GmbH
- ❑ Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR
- ❑ wengermayer business consulting e.u.
- ❑ Witsch Visuals GmbH
- ❑ zkoor Software Technologies GmbH
- ❑ Zumtobel Lighting GmbH

### VRVis Forum

Das VRVis Forum ist ein monatlich stattfindendes Veranstaltungsformat, in welchem externe Vortragende eingeladen werden aktuelle Forschungsergebnisse zu präsentieren, aber ebenso VRVis-Researcher Präsentationen und Talks halten.

- 21.04.2016 Presentation of VRVis Interactive Visualization Group
- 19.05.2016 Visual Analytics in Cohort Study Data by Bernhard Preim, University Magdeburg & Uncertainty Visualization in Digital Radiotherapy by Renata Raidou, Delft University of Technology
- 23.06.2016 Vuforia™ – The leading Augmented Reality Platform – State of the Art and Glimpse into the Future by Michael Gervautz, PTC/Vuforia
- 29.09.2016 Presentation of VRVis Visual Analytics Research Group
- 13.10.2016 IEEE 2016 Test talks: Visplause: Visual Data Quality Assessment of Many Time Series Using Plausibility Checks by Clemens Arbesser / WeightLifter: Visual Weight Space Exploration for Multi-Criteria Decision Making by Stephan Pajer
- 20.10.2016 Presentation of VRVis Semantic Modeling and Acquisition Group
- 17.11.2016 VIS 2016 Conference Report

### VRVis Forum

The VRVis Forum is a monthly event at which external speakers are invited to present the latest research results, but where VRVis researchers also hold presentations and talks.

### 03.05.2016

#### Geburtstagsfest – 16 Jahre VRVis

Volles Haus bei der 16 Jahre-VRVis-Geburtstagsfeier im Reitersaal der ÖKB (binär der 10000. Geburtstag). Unter den Gästen und Gratulantinnen und Gratulanten u.a. Ministerialrätin Mag. Dr. Maria Bendl (BMFWF), Prof. Hannes Wertner (Dekan der Fakultät Informatik an der TU Wien), Ministerialrat Mag. Ingolf Schädler (BMVIT), DI Peter Halwachs (Wirtschaftsagentur Wien und GF LISAvienna), Prof. Dieter W. Fellner (Fraunhofer IGD), DI Helmut Leopold (AIT) u.v.m. Für die Auflockerung und die passende Dosis österreichischen Witz sorgte der Austro-Kabarettist Gery Seidl.

#### Birthday party – 16 years of VRVis

It was a full house at the 16th birthday celebration (or 10,000<sup>th</sup> binary birthday) of VRVis in the Reitersaal room of the OKB, with a large number of guests and congratulators. These included Dr. Maria Bendl (BMFWF), Prof. Hannes Wertner (Dean of the Faculty of Informatics at the TU Vienna), Permanent Secretary Mag. Ingolf Schädler (BMVIT), DI Peter Halwachs (Economic Agency Vienna and CEO LISAvienna), Prof. Dieter W. Fellner (Fraunhofer IGD), DI Helmut Leopold (AIT) and many others. The Austrian cabaret artist Gery Seidl was responsible for the entertainment and provided the right amount of Austrian humour.



Der volle Reitersaal.

The full Reitersaal.



Das Give-away.

The give-aways.

02.06.2016

### Interdisziplinäres Forum: 9th Imaging in the Life Sciences Meeting

Die österreichische Community der biomedizinischen Bildgebung traf sich am 2. Juni 2016 im Techgate zur interdisziplinären Veranstaltung „Imaging meets Biomedical Image Informatics“. Neben 11 Vorträgen, gab es auch zwei Poster-Sessions und im Anschluss ein Get-together.



Katja Bühler eröffnet die Veranstaltung. Katja Bühler opens the event.

### Interdisciplinary forum: 9th Imaging in the Life Sciences Meeting

The Austrian community of biomedical imaging came together at the interdisciplinary event “Imaging meets Biomedical Image Informatics” at the Techgate in Vienna on 2<sup>nd</sup> July 2016. In addition to 11 lectures there were also two poster sessions. The event was concluded by a get-together.



Einer der Vorträge. One of the lectures.

25.02.2016

### Leistungsschau und Podiumsdiskussion: IT Lösungen made in Austria

Mehr als 200 Gäste besuchten die Technologieausstellung „Sehen und Verstehen – Sicherheit für unsere Digitalgesellschaft“, eine „Leistungsschau“ modernster Sicherheitstechnologien, die gemeinsam mit dem AIT Austrian Institute of Technology für die heimische Industrie entwickelt wurden. Von modernsten Verschlüsselungsmethoden für einen sicheren Datenaustausch bis hin zu innovativen Kommunikationssystemen für ein effizientes Krisen- und Katastrophenmanagement der Zukunft sowie Sicherheitstechnologien für den Schutz kritischer Infrastrukturen. Die ausgestellten Technologien, die teils auch im Echtbetrieb zu erleben waren, sind Resultate einer erfolgreichen Kooperation zwischen österreichischer Spitzenforschung und Wissenschaft mit marktführenden und global agierenden Unternehmen.

### Exhibition and panel discussion: IT solutions made in Austria

More than 200 guests attended the technology exhibition “Seeing and Understanding - Security for our Digital Society”, a showcase of state-of-the-art security technologies, developed together with the AIT Austrian Institute of Technology for the domestic industry. From modern encryption methods for secure data exchange to innovative communication systems for efficient disaster management as well as security technologies for the protection of critical infrastructures.

The technologies exhibited, some of which could even be experienced hands-on, are the result of a successful cooperation between top Austrian research and scientific institutions as well as market-leading and globally operating companies.



V.l.: Georg Stonawski, VRVis; Hemut Leopold, AIT; Ulrike Huemer, CIO Stadt Wien; Andreas Dangel, Fabasoft Cloud; Matthias Gassner, Anyline; Walter Huemer, Huemer IT-Solutions; Moderator Martin Szelgrad.



Diskussion zum Thema „IT-Lösungen made in Austria – können wir im globalen Wettbewerb erfolgreich sein“. Panel Discussion „IT solutions made in Austria“.

### Les étoiles de l'Europe 2016

Das europäische Projekt „Software for the Use of Multi-Modality images in External Radiotherapy“ (SUMMER) wurde am 5. Dezember vom französischen Bildungsminister mit dem Preis „Les étoiles de l'Europe“ 2016 ausgezeichnet. VRVis ist einer von sieben Projektpartnern aus ganz Europa und hatte die Hauptrolle in Image Fusion und Adaptive Visualisierung. (Projektleitung Katja Bühler).

### „Honorable Mention“ für Einreichung bei VIS

Auf der VIS Konferenz 2016 (23.–28. Oktober) erhielt unsere Einreichung „Effective Support for Building Management“ die Anerkennung „Honorable Mention“. Die Autoren sind: Rainer Splechtna (VRVis), Michael Beham (VRVis), Denis Gračanin (Virginia Tech), Alexandra Diehl (Universidad de Buenos Aires), Claudio Delrieux (Nationale Universität des Südens), Krešimir Matković (VRVis).

### SPE Award

Cedric K. Ferguson Young Technical Author Medal und Zertifikat gehen an Georg M. Mittermeir für sein Paper „Material-Balance Method for Dual-Porosity Reservoirs With Recovery Curves to Model the Matrix/Fracture Transfer“. Der SPE Award zeichnet professionelle Leistung in der Petroleumtechnik aus.

### Zwei Auszeichnungen bei CESCG 2016

Lisa Kellner hat bei der CESCG 2016-Konferenz den Best Paper Award und den 2<sup>nd</sup> Best Presentation Award gewonnen. Der Titel des Papers lautet: „Guided 2D Modeling of 3D Buildings using Oriented Photos“.



Katja Bühler



Georg M. Mittermeir



Lisa Kellner

### Les étoiles de l'Europe 2016

The European project ‘Software for the Use of Multi-Modality images in External Radiotherapy’ (SUMMER) was awarded the ‘Les étoiles de l'Europe’ 2016 by the French Minister of Education on 5<sup>th</sup> December. VRVis is one of seven project partners across Europe and had the lead role in Image Fusion and Adaptive Visualization (project lead Katja Bühler).

### “Honorable mention” for our submission at VIS

At the VIS conference 2016 (23<sup>rd</sup>-28<sup>th</sup> October), our submission “Effective Support for Building Management” received an honorable mention. The authors are: Rainer Splechtna (VRVis), Michael Beham (VRVis), Denis Gračanin (Virginia Tech), Alexandra Diehl (Universidad de Buenos Aires), Claudio Delrieux (National University of the South), Krešimir Matković (VRVis).

### SPE award

The Cedric K. Ferguson Young Technical Author Medal and Certificate were awarded to Georg M. Mittermeir for his paper entitled “Material-Balance Method for Dual-Porosity Reservoirs With Recovery Curves to Model the Matrix/Fracture Transfer.” The SPE award recognizes professional achievement in petroleum engineering.

### Two awards at CESCg 2016

Lisa Kellner was awarded the Best Paper Award and the 2<sup>nd</sup> Best Presentation Award at the CESCg 2016 for her paper “Guided 2D Modeling of 3D Buildings using Oriented Photos”.

## Visualisierung: der Schlüssel zur Zukunft

Das Vermögen Dinge zu sehen und zu verstehen ist eine der wichtigsten menschlichen Fähigkeiten. Das Auge als Tor zur Welt bestimmt, wie diese wahrgenommen und verstanden wird. Das Veranschaulichen und Visualisieren von komplexen, abstrakten Zusammenhängen ist eine wichtige kulturelle Technik, die in einer immer komplexer werdenden Welt auch immer mehr an Bedeutung zunimmt.

Die Zukunft des wirtschaftlichen Wachstums und wissenschaftlicher Innovation beruht immer mehr auf unserer Fähigkeit aus Daten Information zu gewinnen und diese als Basis für Entscheidungen einzusetzen. Die Herausforderung wächst mit der Komplexität und Größe: die Datenmengen werden täglich mehr und mehr. Eine Vielzahl an Sensoren, bildgebenden Verfahren und maschinell erzeugten Daten tragen dazu bei, dass wir uns als Gesellschaft, aber auch im Zuge des technologischen Fortschritts (z. B. Internet of Things), mit der Frage auseinandersetzen müssen, wie mit diesen Datenvolumina umgegangen werden soll und welcher Nutzen daraus zu ziehen ist. Die Analyse und Auswertung dieser Daten ist dabei die wichtigste Voraussetzung; Visual Computing versteht sich dabei als Antwort auf diese Herausforderung!



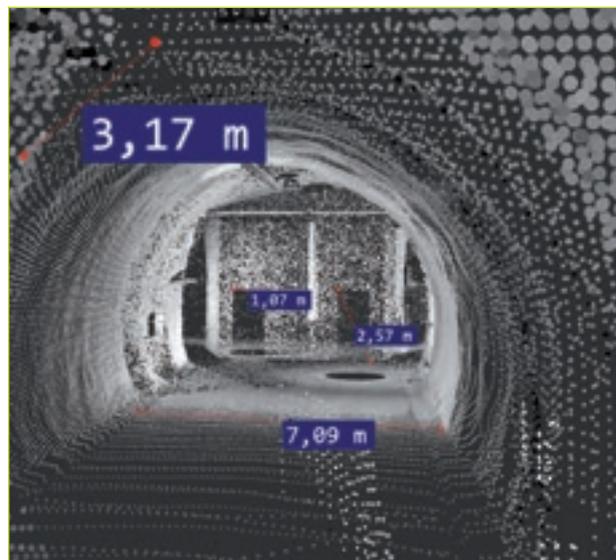
Harris Matrix-Editor: Eingabe einer Datierung.

Harris Matrix-Editor: Input of a date.

## Visualisation: the key to the future

The ability to see and understand things is one of the most important human skills. The eye as a gateway to the world determines how we perceive and understand the universe. The illustration and visualisation of complex, abstract contexts is an important cultural technique, which is becoming increasingly important in an increasingly complex world.

The future of economic growth and scientific innovation is becoming increasingly based on our ability to generate information based on data and to use it as the foundation for decision-making. The challenge increases with complexity and size: the amount of data is growing daily. A large number of sensors, imaging methods and machine-generated data contribute to the fact that we as a society, but also in the course of technological progress (e.g. Internet of Things), have to deal with the question of how to tackle these data volumes and what benefits we can derive as a result. The most important requirement here is the analysis and evaluation of this data, whereby visual computing provides the solution to this challenge.



Visualisierung eines Tunnels als Punktwolke.

Visualisation of a tunnel as a point cloud.

### Was bieten wir

Für unsere Kundinnen und Kunden entwickeln und optimieren wir Technologien, Verfahren und Lösungen bis hin zur Herstellung von Prototypen. Das Leistungsangebot richtet sich an die Industrie- und Dienstleistungsunternehmen jeder Größe, aber auch an den Bund und die Öffentlichkeit. Auch für kleine und mittlere Unternehmen ohne eigene F & E-Abteilung sind wir ein wichtiger Lieferant für innovatives Know-How. Wir kooperieren eng mit den Technischen Universitäten in Wien und Graz, der Universität Wien sowie einer Reihe von internationalen Forschungseinrichtungen, wie beispielsweise der ETH Zürich. So können wir die Ergebnisse aus der Grundlagenforschung in darauf aufbauenden Individuallösungen oder anwendungsreifen Prototypen umsetzen.

Unsere Leistungen umfassen:

- Consulting
- Kundenspezifische Lösungen
- Anwendungsorientierte Forschung & Entwicklung
- Recherche und Machbarkeitsstudien
- Auswahl des passenden Förderinstruments
- Unterstützung bei der Antragerstellung
- Projektmanagement
- Reporting gegenüber der Förderagentur

### What we offer

We develop and optimise technologies, processes and solutions for our customers, right through to the production of prototypes. The services we provide are aimed at companies of all sizes, but also at the Federal Government and the public. We are also an important supplier of innovative expertise for small and medium-sized companies who do not have their own R & D department. We cooperate closely with the Technical Universities in Vienna and Graz, the University of Vienna and a number of international research institutes such as the ETH Zurich. In this way, we can implement the results of basic research in individual solutions or application-oriented prototypes.

Our services include:

- Consulting
- Customised solutions
- Application-oriented research & development
- Research and feasibility studies
- Selection of appropriate funding instrument
- Support during the application process
- Project management
- Reporting to the funding agency



Darstellung eines Hauses auf Basis von Laser Scan Daten, photogrammetrischen Daten und tachymetrischen Messpunkten.

Visualisation of a house based on laser scan data, photogrammetric data and tachymetric measurements.

## Wissenschaftliche Forschung

Ein wichtiger Bestandteil unserer Arbeit am VRVis ist die wissenschaftliche Forschung. In enger Zusammenarbeit mit unseren wissenschaftlichen Partnern treiben wir den Stand der Forschung voran. Wir lassen uns dabei nicht vom aktuellen Status quo leiten, sondern forcieren Innovation und technologische Entwicklung. Zahlreiche Auszeichnungen und Preise als auch Publikationen auf den wichtigsten internationalen Konferenzen bestätigen das hohe Niveau unserer wissenschaftlichen Arbeit. Dabei ist es uns auch ein Anliegen in der Nachwuchsförderung aktiv zu sein und angehenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern die Möglichkeit zu bieten, im Rahmen von VRVis-Projekten wissenschaftliche Arbeiten zu schreiben und so erste Forschungserfolge zu erzielen. Die Ergebnisse unserer Grundlagenforschung bilden dabei die Basis für industrienaher Forschungsprojekte.



Detail eines 220-kV Winkelabspannmastes aus einem interaktiven Modell.

## Scientific research

An important part of our work at VRVis is scientific research. We are making advances in research in close collaboration with our scientific partners. We are not guided by the current status quo, but are pushing innovation and technological development beyond it. Numerous awards and prizes, as well as publications, at the most important international conferences confirm the high level of our scientific work. We also consider it important to be actively involved in the promotion of the next generation of scientists and researchers and to offer future scientists the opportunity to write scientific papers as part of VRVis projects and thus to achieve initial research success. The results of our basic scientific research form the basis for industrial research projects.

Detailed diagram of a 220-kV electricity pylon from an interactive model.

## Angewandte Industrieforschung

Neben der Grundlagenforschung ist auch die angewandte Industrieforschung ein wichtiger Zweig in unserem Leistungsportfolio. Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind mit der Sprache, dem Markt und den Bedürfnissen der jeweiligen Industriepartner vertraut und können so als Übersetzerinnen und Übersetzer zwischen Universität und Industrie dienen. Die Umsetzungsziele werden nach dem Bedarf der Unternehmen formuliert und modelliert: vom Forschungsprototyp bis hin zur direkten Implementierung in das unternehmenseigene Software Framework können wir Lösungen für alle Anforderungen bieten. Neben ergebnisgetriebener Projektarbeit legen wir dabei auch Wert auf Wirtschaftlichkeit und Kosteneffizienz.

## Applied industrial research

In addition to basic research, applied industrial research is also an important part of our range of services. Our employees are familiar with the language, the market and the needs of the respective industrial partners and can thus serve as "translators" between universities and industry. The implementation objectives are formulated and modeled according to the needs of the companies: from the research prototype to the direct implementation in the company-specific software framework, we can offer solutions for all requirements. In addition to results-driven project work, we also attach importance to cost-effectiveness and cost-efficiency.

### Industrielle Anwendungsfelder

Visual Computing ist eine Querschnittstechnologie. Visualisierung ist nicht auf fixe Industriebereiche beschränkt, sondern bietet Antworten und Lösungen für unterschiedliche Herausforderungen der verschiedensten Märkte:

#### Automobilindustrie

- Rendering zur realistischen Darstellung von Autoinnenräumen
- Interaktive visuelle Analyse von Simulationsdatensätzen zur Optimierung von Motoren
- Volumensvisualisierung zur zerstörungsfreien Überprüfung von Werkstoffteilen
- Strömungsvisualisierung für Partikeldarstellungen

#### Biotechnologie & Medizin

- Volumensvisualisierung von medizinischen Datensätzen
- Bildgebende Verfahren für die Biotech-Forschung
- Segmentierung
- Operationsplanung und -schulung
- Machine Learning

### Industrial applications

Visual Computing is a cross-section technology. Visualisation is not restricted to fixed industrial areas, but offers answers and solutions for different challenges in various markets:

#### Automotive industry

- Realistic rendering to depict the interiors of cars
- Interactive visual analysis of data obtained from simulations to optimise engines
- Volume visualisation to test material parts without damaging them
- Flow visualisation for various different particle imaging techniques

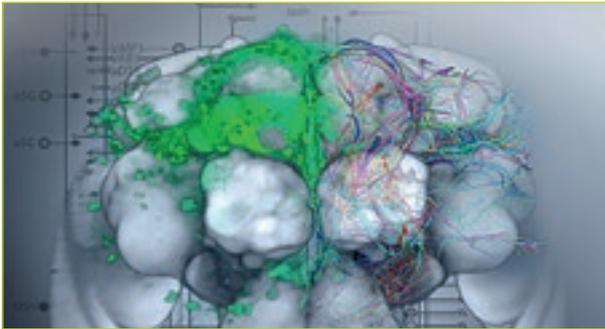
#### Biotechnology & medicine

- Volume visualisation of data taken from medical studies
- Imaging process for biotechnological research
- Segmentation
- Operation planning and training
- Machine learning

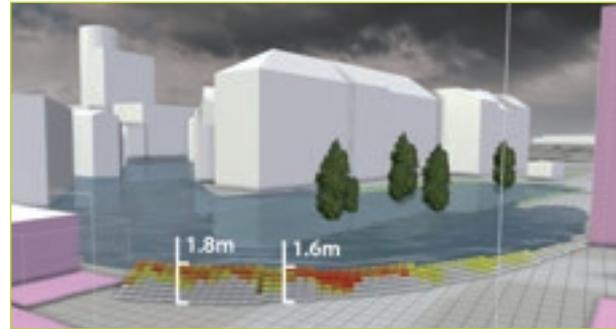


Eine Verkehrslösung.

A traffic solution.



Analyse eines Gehirns auf neuronaler Ebene. Analysis of a brain at neuronal level.



Überflutungsszenario mit Schutzwall aus Sandsäcken. Flooding scenario with protective wall made of sandbags.

## Energie

- Überblicken vieler Zeitreihen hinsichtlich Datenqualität
- Plausibilisieren von Zeitreihen für Erzeugung, Verbrauch, Wetter, Preise etc.
- Validierung und Optimierung von Prognosemodellen durch Identifikation von Einflussfaktoren und Strukturbrüchen
- Detailanalyse von Datenanomalien, Clustern, Trends

## Energy

- Overview of numerous time series for efficient data quality assessment
- Plausibility check of time series from production, consumption, meteorology, prices etc.
- Validation and optimisation of forecast models through the identification of dependencies and structural breaks
- Detailed analysis of anomalies of data, clusters and trends

## Industrie & Fertigung

- Überblicken großer Produktionsdaten für verbessertes Qualitätsmanagement
- Prozessoptimierungen durch visuelle Korrelations-, Trend- und Ausreißeranalysen
- Detaillierter Vergleich von Produkten, Produktionsstätten, Prozesseinstellungen
- Qualitätssicherung durch Computer Vision und Machine Learning

## Industry & manufacturing

- Overview of big production data for improved quality management
- Process optimisation by visual analysis of correlations, trends and outliers
- Detailed comparison of products, factories, process settings
- Quality management through computer vision and machine learning

## Infrastruktur & Verkehr

- 3D-Rekonstruktion von Objekten aufgrund von Bild- und Laserscandaten
- Visualisierung von großen Arealen (Städte, Autoabschnitte, Bahntrassen, Gebäudekomplexe)
- Verknüpfung von räumlichen Objekten mit Metadaten wie z. B. Besucherströme, Zufahrtswege, Sichtbarkeitsanalysen
- Realistische Darstellung von Vegetation und Beleuchtungseffekten
- Hochwassermanagement
- Visualisierung von Sensordaten im Tunnelbereich

## Infrastructure & transport

- 3D reconstruction of objects using data obtained from scanned images and laser scans
- Visualisation of large areas (cities, sections of motorways, railway lines, building complexes etc.)
- Linking three-dimensional objects with meta data, e.g. visitor numbers, access roads, visibility analysis
- Realistic depiction of vegetation and the effect of lighting
- Flood management
- Visualisation of sensor-data within tunnels

## Kulturerbe & Kreativindustrie

- Taktile und 3D-Technologien im Bereich Kunst und Kultur
- Rekonstruktion und Darstellung von historisch wertvollen Objekten und Gebäuden
- Animationen
- Präsentationen

## Cultural heritage & creative industries

- Tactile and 3D technologies in art and culture
- Reconstruction and depiction of objects and buildings of historical importance
- Animations
- Presentations

# Software-Plattformen

## Software platforms

Aus unserer langjährigen Forschungsarbeit ist eine Vielzahl an Softwarebausteinen entstanden, die auch als Plattformen dienen. Diese bilden die Basis für verschiedene innovative Projekte. Die Anwendungsgebiete reichen dabei von High-Performance Visual Computing über biomedizinische Visualisierung bis zu Datenanalysewerkzeugen oder Auswertung von Simulationsergebnissen.

Folgende VRVis Software-Plattformen werden in zahlreichen anwendungsorientierten Projekten eingesetzt:

- ❑ **Aardvark:** Smart Modeling, fotogrammetrische Rekonstruktion und interaktive Darstellung
- ❑ **Brain\*:** Management, Analyse und Visualisierung im eScience Bereich
- ❑ **Visdom:** kombiniert Visualisierungs-, Simulations- und Analysetechniken zur Unterstützung von Entscheidungsfindung im geografisch bezogenen Anwendungsbereich
- ❑ **Visplore:** Eine Lösung für den Bereich Visual Analytics; Plausibilisierung, Analyse und Entscheidungsfindung von multivariaten Daten



*Brain\* ist ein Software-Ökosystem, das datenintensive Grundlagenforschung in der Neurowissenschaft unterstützt.*

*Brain\* is a software ecosystem supporting data-intensive basic research in neuroscience.*



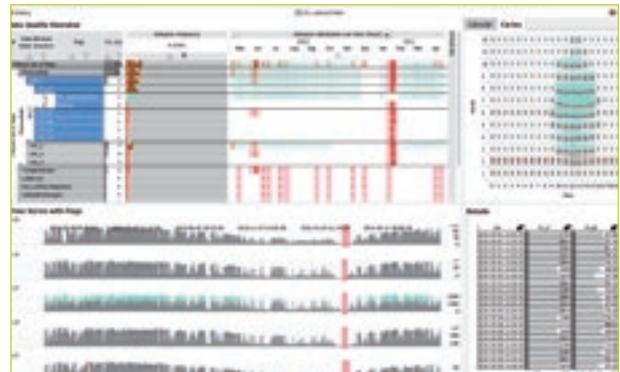
*Aardvark ist ein leistungsfähiges Framework von Programmen und Bibliotheken für viele Anwendungen im Bereich Visual Computing.*

*Aardvark is a powerful framework of programs and libraries for many applications in the field of visual computing.*

Our many years of research have resulted in a large number of software modules, which also serve as platforms. These are now used as a basis for various innovative projects. The application areas range from high-performance visual computing and biomedical visualisation to data analysis tools and the evaluation of simulation results.

The following VRVis software platforms are used in numerous application-oriented projects:

- ❑ **Aardvark:** Smart modeling, photogrammetric reconstruction and interactive presentation
- ❑ **Brain\*:** Management, analysis and visualisation in eScience
- ❑ **Visdom:** combines visualisation, simulation and analysis techniques to support decision-making in the geographic area
- ❑ **Visplore:** A solution for visual analytics; plausibility, analysis and decision-making of multivariate data



*Visplore ist eine flexible Softwaretechnologie, die maßgeschneiderte, interaktive Analyseapplikationen ermöglicht.*

*Visplore is a flexible software technology enabling customised interactive analysis applications.*



*Visdom ist eine Software, die Visualisierungs-, Simulations- und Analysetechniken kombiniert, um Entscheidungsfindung zu unterstützen.*

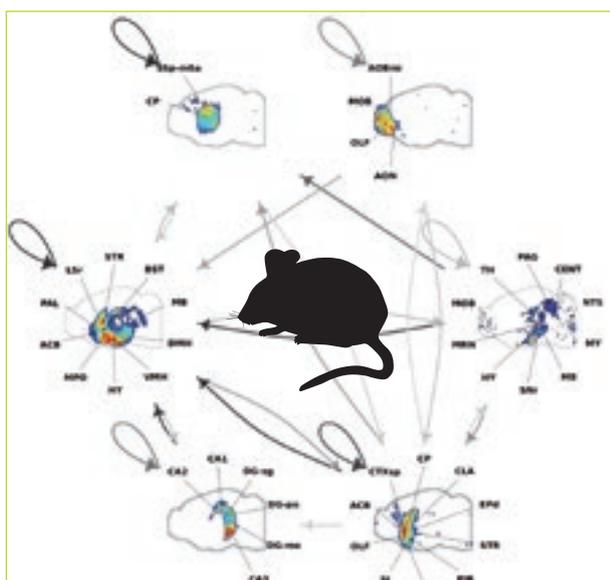
*Visdom is a software that combines visualisation, simulation and analysis techniques to aid decision-making.*

## Brain\*: eScience Infrastruktur für Forschung im Bereich Neurowissenschaften

Zu verstehen, wie das Gehirn arbeitet, ist eine der größten Herausforderungen für die Neurowissenschaften. Die Forschung auf diesem Gebiet ist sehr datenintensiv und erfordert spezielle Software-Infrastrukturen, um ein besseres Verständnis für das komplexe Zusammenspiel von Genen, Struktur und Funktion des Gehirns zu gewinnen.

Das umfassende Programmpaket Brain\* (siehe [braingazer.org](http://braingazer.org)) ist ein wichtiges Werkzeug für die bildbasierte Gehirnforschung. Die integrierte Softwareinfrastruktur unterstützt das Datenmanagement von der Bildregistrierung, über die Speicherung, Publikation, Qualitätskontrolle und Datenvisualisierung bis hin zur Informationsgewinnung und Wissenserschließung in großen, dynamisch wachsenden Sammlungen von Bilddatensätzen, zugehörigen annotierten Strukturen, sowie genetischen, funktionellen und strukturellen Relationen. Brain\* ermöglicht die stabile Bearbeitung von extrem großen Bilddatenmengen sowie schnellen semantischen und räumlichen Zugriff auf sämtliche gespeicherten Daten.

Das Programmpaket Brain\* wird seit 2007 in Kooperation mit Forschungszentren in Österreich, Deutschland, Frankreich und den USA entwickelt und kommt – als IT-Ökosystem in der Drosophila-, Zebrafisch- und Maus-Forschung zum Einsatz.



Gruppierte funktionelle Netzwerkknoten im Maus-Gehirn (farbige Bereiche), die mit Sozialverhalten assoziiert werden, kombiniert mit ihrer anatomischen Verbindung (Pfeile).

Clustered functional network nodes of the mouse brain (coloured areas), associated with social behaviour, overlaid with anatomical connectivity (arrows).

## Brain\*: eScience infrastructure for neuroscience

Understanding how the brain works is one of the biggest challenges addressed by neuroscience. This research is highly data intensive and requires dedicated software infrastructures to enable and accelerate the discovery of the complex interplay of genes, structure and within the brain.

Brain\* (see [braingazer.org](http://braingazer.org)) is a complete software package supporting image-based brain research. The integrated software infrastructure supports data management, from image registration, to storage, publication, quality control and data visualisation right through to information acquisition and knowledge discovery in large and dynamically growing data sets of images, associated annotated structures as well as genetic, functional and structural relations. Brain\* has been designed to handle extremely large amounts of image data in a stable manner and ensures fast semantic and spatial accessibility of all stored data.

Since 2007, Brain\* has been developed in cooperation with several life science research institutes in Austria, Germany, France and the USA, where it provides an IT ecosystem for drosophila, zebrafish and mouse research.



Neuron-Ähnlichkeitssuche: Abfrage annotierter Neuronen, die einem gegebenen ähnlich sind.

Neuron similarity search: Request for annotated neurons similar to a given one.

## Aardvark: Eine Forschungsplattform für Echtzeit-Graphik und Visualisierung

Als Forschungsplattform setzt Aardvark den Schwerpunkt darauf, den aktuellen Stand der Technik in Render- und Visualisierungssystemen voranzutreiben.

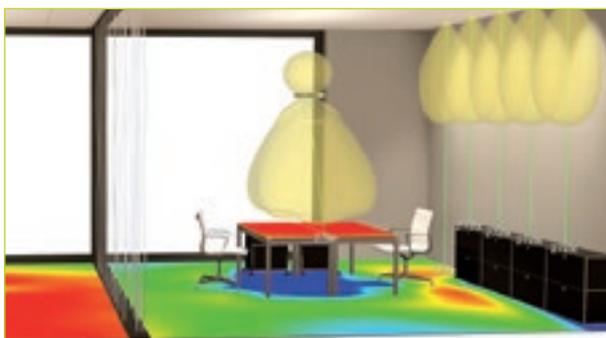
Einige der einzigartigen Features sind beispielsweise:

- durchgehend inkrementelle Rendering-Virtual-Machine
- semantische Komposition von Shader-Programmen
- Elm-basierte Anwendungsentwicklung

Durch ein schlankes und vorrangig funktionales Design ist Aardvark eine der effizientesten Plattformen sowohl in den Bereichen Renderleistung, Datendurchsatz und Ressourcenverbrauch, als auch beim Rapid Prototyping komplexer Visualisierungsanwendungen. Aardvark wird im industriellen Maßstab unter Produktionsbedingungen eingesetzt und verarbeitet routinemäßig Terabytes an Daten, integriert anspruchsvolle Computer Vision-, Grafik- und Datenmanagement-Algorithmen und orchestriert komplexe Workflows und Benutzeroberflächen.

Die Kernkonzepte der Aardvark-Plattform wurden von international anerkannten Expertinnen und Experten als auch Forscherinnen und Forschern überprüft und auf großen wissenschaftlichen Konferenzen veröffentlicht.

- Ausgewählte Aardvark Libraries sind als Open Source unter [github.com/vrvis](https://github.com/vrvis) verfügbar.



Die Aardvark Visual Computing Plattform bildet die Basis für herausragende Anwendungen und Forschungsprototypen.

## Aardvark: A research platform for real-time graphics and visualisations

As a research platform, Aardvark focuses on advancing state-of-the-art technology in rendering and visualisation systems.

Some unique features include:

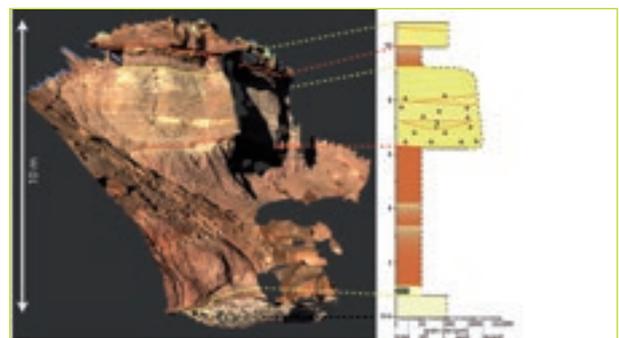
- a fully incremental rendering virtual machine
- semantic composition of shader programs
- Elm-style application development

Based on a streamlined and functional design, Aardvark is one of the most efficient platforms in terms of raw rendering performance, throughput, resource consumption, as well as for rapid prototyping of complex visualisation applications.

Aardvark is used in industrial-scale real-world systems. It routinely handles terabytes of data, integrates sophisticated computer vision, graphics and data management algorithms, and sets up complex workflows and user interfaces.

Many of Aardvark's core concepts have been peer-reviewed by experts in their fields and published at major scientific conferences.

- Selected Aardvark libraries are available as open source at [github.com/vrvis](https://github.com/vrvis)



Outstanding applications and research prototypes are powered by the Aardvark visual computing platform.

## Visdom: Software für Entscheidungsfindung für Vorhersagen, Visualisierung & Vergleiche

Rasche Entscheidungsfindung ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor speziell in Krisensituationen, aber auch generell in Wirtschaft, Industrie und Gesellschaft. Die Herausforderung liegt dabei in der enormen Menge an komplexen, heterogenen Informationen, die dabei schnell berücksichtigt werden müssen. Die Software Visdom kombiniert Simulation, Visualisierung und interaktive Analyse der Ergebnisse in einer einzigen Anwendung. So ist ein intuitives Aufsetzen und Vergleichen von mehreren Simulationsläufen möglich. Mittels einer grafischen Oberfläche werden Veränderungen vorgenommen, um verschiedene Szenarien zu simulieren. Beispielsweise wie während eines Hochwassers der Strömungsverlauf durch das Platzieren von Sandsäcken beeinflusst werden kann. Ebenso können Szenarien beschleunigt durchgespielt werden: in einer Minute lässt sich eine ganze Stunde simulieren.

Die in Visdom exemplarisch für das Hochwassermanagement entwickelten Verfahren zur raschen Entscheidungsfindung können für viele weitere Bereiche adaptiert und angewendet werden, beispielsweise zur Bekämpfung von großflächigen Bränden, Verkehrssimulationen oder der Planung von Evakuierungsmaßnahmen. Am Bildschirm sind die Szenarien vergleichbar, sodass eine für die jeweilige Situation passende und effiziente Lösung gefunden werden kann. Die Kombination von Simulation und Visualisierung in einem Werkzeug ermöglicht eine intuitive Benutzerführung. Visdom wird in einer Reihe von Forschungsprojekten von VRVis und dem Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie an der Technischen Universität in Wien entwickelt.



Am Bildschirm sind Szenarien vergleichbar.

The scenarios can be compared on-screen.

## Visdom: Decision-making software to predict, visualise & compare

Rapid decision-making is a key success factor not only in disaster management, but also in business, industry and society. The main challenge lies in the enormous amount of complex, heterogeneous information to be considered in a short space of time. The Visdom software combines simulation, visualisation and interactive analysis of the results in a single application. This enables multiple simulation runs to be set up intuitively and compared. Using a graphic interface, changes are made to simulate various scenarios, such as how the flow of water in a flood can be influenced by the placement of sandbags. Scenarios can also be accelerated, whereby an entire hour can be simulated in one minute.

As an example, the processes for rapid decision-making developed in Visdom for flood management can be adapted for and applied to many other areas, such as the management of large-scale fires, traffic simulations or planning evacuation measures. The scenarios can be compared on screen in order to find a suitable and efficient solution for the relevant situation. The combination of simulation and visualisation in one tool supports intuitive user guidance. Visdom is developed by VRVis and the Institute for Hydraulic Engineering and Hydrology of Vienna University of Technology in a series of research projects.



Simulation and Visualisierung eines Dammbrochs.

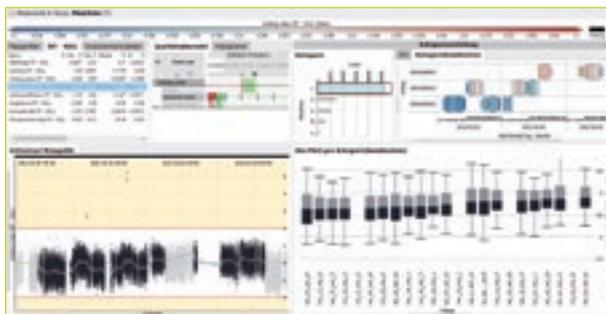
Simulation and visualisation of a dam breach.

### Visplore: eine starke Basis für maßgeschneiderte Analyseapplikationen

Visplore ist eine Softwaretechnologie, die eine effiziente Realisierung maßgeschneiderter Analyseapplikationen erlaubt. Flexibel kombinierbare Visualisierungen, Interaktionen und Berechnungen machen einen völlig neuartigen „Dialog mit den Daten“ möglich. So können menschliches Wissen, Intuition und visuelle Wahrnehmung mit der Rechenpower moderner IT kombiniert werden, um die wachsende Datenflut zur Verbesserung von Verständnis und Entscheidungssicherheit zu nützen – umfassend, tiefgehend und dennoch in Echtzeit. Die bisherigen Anwendungsbereiche reichen von Energieversorgung über Motorenentwicklung, Produktion und Gesundheitsökonomie bis hin zur Luftfahrt.

Typische Einsatzbereiche in diesen Anwendungsfeldern sind Datenplausibilisierung, die Unterstützung von statistischer Modellbildung, etwa zur Validierung und Auswahl von Prognosemodellen und die Sensitivitätsanalyse von Kennzahlen bezüglich der Veränderung von Parametern. So konnten in wenigen Minuten die Ursachen für Bauteilfehler in einer Produktion oder für nicht ausreichende Prognosequalität im Energiebereich identifiziert und anschaulich kommuniziert werden. Neben der Flexibilität und Performance zeichnen Visplore dabei einzigartige und in internationalen Fachtagungen ausgezeichnete Visualisierungstechniken aus. Aktuelle Forschungsergebnisse im Bereich Visual Analytics verhelfen den Nutzerinnen und Nutzern so zu einem Gewinn entscheidender Erkenntnisse und damit zu mehr Entscheidungssicherheit.

- Demo-Videos verschiedener Einsatzgebiete von Visplore finden sich auf unserem YouTube-Kanal: [youtube.com/vrvis](https://youtube.com/vrvis)



Analyse der Abweichung eines Qualitätsindikatoren vom Sollwert in unterschiedlichen Ansichten, z. B. über die Zeit, gemittelt pro Auftrag, Verteilung pro Charge etc.

Analysis of the deviation of a quality indicator from the setpoint in different views, e.g. over time, averaged per job, distribution per batch etc.

### Visplore: a powerful basis for implementing customised analysis applications

Visplore is a software technology for the efficient implementation of customised analysis applications. Flexible and combinable visualisations, interactions and calculations open up a completely new form of ‘dialogue with data’. This enables human knowledge, intuition and visual perception to be combined with the computing power of modern IT, so that the growing flood of data can be used to improve understanding and decision-making – comprehensively, profoundly, and in real time. Current applications range from energy supply, engine development, production and health economics through to aviation.

Typical fields of use within these areas include data validation, support in statistical modelling, e.g. for validating and selecting forecast models, and sensitivity analysis of indicators in terms of changing parameters. As a result, the causes of defective components in production, or inaccuracies in forecasting energy use, can be identified and clearly communicated in just a few minutes. As well as its flexibility and performance, Visplore features unique visualisation technologies which have won awards at international conferences. The latest research results in the field of visual analytics help users gain crucial insights and facilitate more reliable decision-making.

- Demo videos of various use cases for Visplore can be found on our YouTube channel: [youtube.com/vrvis](https://youtube.com/vrvis)



Neuartige, im letzten Jahr veröffentlichte, Visualisierungstechnik für Entscheidungen mit mehreren Zielen. Kernaspekt ist es, die Sensitivität der Entscheidung auf Änderungen in Gewichtungen der Ziele darzustellen.

Innovative visualisation technology published last year for decisions with multiple criteria. Key aspect is to present the sensitivity of the decision towards changes in the weightings of criteria.

## GEARViewer: Entscheidungsunterstützung für komplexe Infrastrukturprojekte

Der GEARViewer ist ein Resultat unserer Forschung an der Visualisierung komplexer Infrastrukturprojekte in Kooperation mit unserem Firmenpartner GEOCONSULT. Damit lassen sich weitläufige geografische Bereiche interaktiv erkunden und die Auswirkungen von großräumigen Infrastrukturbauten auf die städtische und ländliche Umgebung untersuchen. Der visuelle Eindruck, der durch diese virtuelle Welt ermöglicht wird, unterstützt die Entscheidungsfindung. Bauprojekte können damit der breiten Öffentlichkeit auf beeindruckende und spannende Weise vermittelt werden. Der GEARViewer basiert auf unserem High-Performance Visualisierungs-Framework Aardvark (siehe S. 20) und kann sehr komplexe Szenen darstellen, die aus großen raumbezogenen Daten erzeugt werden. Dazu gehören hochauflösende Geländemodelle, georeferenzierte Modelle von Gebäuden und Vegetation, sowie eine Verkehrs- und Tageslichtsimulation.

Das Einsatzspektrum des GEARViewer, der vorwiegend erfolgreich bei Verkehrsinfrastrukturprojekten wie Autobahn und Eisenbahn eingesetzt wird, ist um einen weiteren Anwendungsbereich erweitert worden. Im Auftrag der Austrian Powergrid (APG) wurde das geplante Projekt "Ersatzneubau APG Weinviertelleitung" mit einem interaktiven Visualisierungssystem unterstützt. Zusätzlich zu bestehenden Stromnetzen von EVN und ÖBB wurden im Detail rund 140km Stromleitungen mit ca. 660 verschiedene Hochspannungsmasten des bestehenden und zukünftigen 380-kV bzw. 220-kV Netzes der APG modelliert. Das Projektgebiet, das als hochauflösendes Geländemodell mit Orthophotos sowie Gebäuden und Vegetation modelliert wurde, deckt fast das gesamte nordöstliche Niederösterreich. Mit dieser komplexen interaktiven Szene wurden zahlreiche Bürgerinformationsveranstaltungen in den betroffenen Gemeinden begleitet und neben Live-Vorführungen auch diverse Videofilme und Standbilder zur Informationsvermittlung bereitgestellt.



Umspannwerk Neusiedl a.d. Zaya.

Substation at Neusiedl a.d. Zaya.

## GEARViewer: Decision support for complex infrastructure projects

Research on the visualisation of complex infrastructure projects in cooperation with our company partner GEOCONSULT resulted in the GEARViewer. It enables large geographical areas to be explored interactively and the impact of large-scale infrastructure constructions on the urban and rural environment to be studied. The visual impression enabled by this virtual world helps to make better informed decisions and present construction projects to the broader public in an exciting and engaging way. GEARViewer is based on our high-performance visualisation framework, Aardvark (see p. 20), and can present very complex scenes generated from large volumes of geospatial data. This includes high-resolution terrain models, geo-referenced models of buildings and vegetation as well as traffic and daytime simulations.

The range of applications of GEARViewer, which is mainly successfully used for traffic infrastructure projects such as motorways and railways, has been extended by a new area. Commissioned by the Austrian Power Grid (APG), the planned project "Ersatzneubau APG Weinviertelleitung" was supported by an interactive visualisation. In addition to the existing power grids of EVN and ÖBB, 140 km of power lines were modelled along with approximately 660 distinct electricity pylons for the existing and planned 380-kV and 220-kV power grids from APG. The project area, which was modelled as a high-resolution digital terrain model with ortho-images such as buildings and vegetation, covers virtually the entire north-eastern region of Lower Austria. This complex interactive scene was used for numerous public information events in the municipalities affected and, in addition to live demonstrations, provided various videos and still images for the distribution of information.



220-kV und 380-kV Leitung in der Nähe von Deutsch-Wagram.

220-kV and 380-kV power lines near Deutsch-Wagram.

**Visualisierung komplexer Systeme**

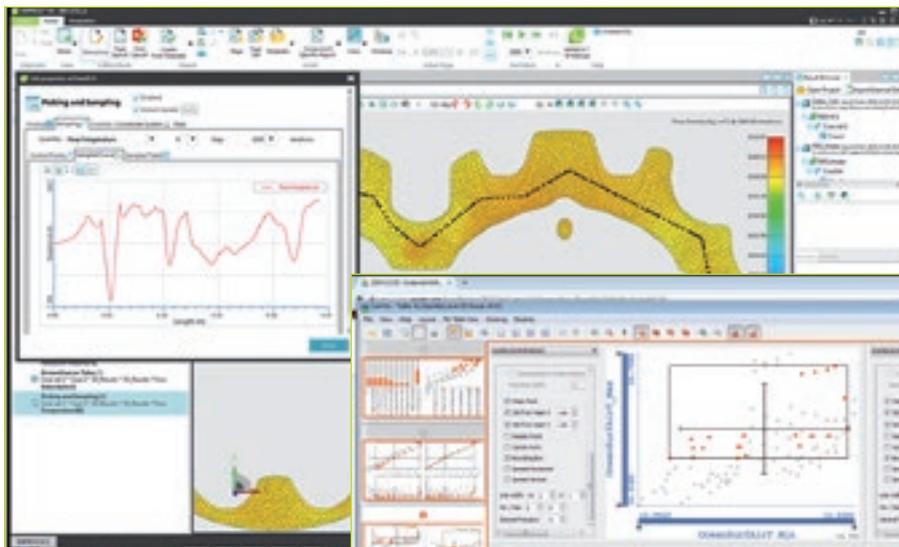
Die Entwicklung komplexer Systeme ist heute ohne Simulation praktisch unmöglich. Die jüngsten Entwicklungen in der Rechen- und Speichertechnologie ermöglichen es, sehr komplexe und detaillierte Simulationsmodelle zu berechnen. Eine effiziente Analyse der Simulationsergebnisse ist der Schlüssel für ein erfolgreiches komplexes Systemdesign.

Das Projekt CSI (Complex Systems Investigation) befasst sich mit der interaktiven Visualisierung eben solcher komplexer Simulationsdaten. Neben neuartigen Visualisierungstechniken widmen wir der halbautomatischen Berichterstattung und der quantitativen Analyse besondere Aufmerksamkeit. Obwohl die Visualisierung in der Regel für eine qualitative Analyse verwendet wird, ermöglichen unsere Forschungsergebnisse auch die Quantifizierung der Befunde. Ebenso haben wir den Interaktionsraum strukturiert, um die quantitative Analyse zu unterstützen, und entwickelten darüberhinaus auch ein leistungsfähiges System zur Nachverfolgung in der 3D-Visualisierung. Zusätzlich unterstützen wir auch die Modellierungsphase, bei der die Anwenderin oder der Anwender interaktiv die Gittervolumen, die in der Simulation verwendet werden, verbessern kann. Um alles noch effizienter zu gestalten, setzen wir grafische Verarbeitungseinheiten und Methoden aus dem Hochleistungs-Computing ein.

**Visualisation of complex systems**

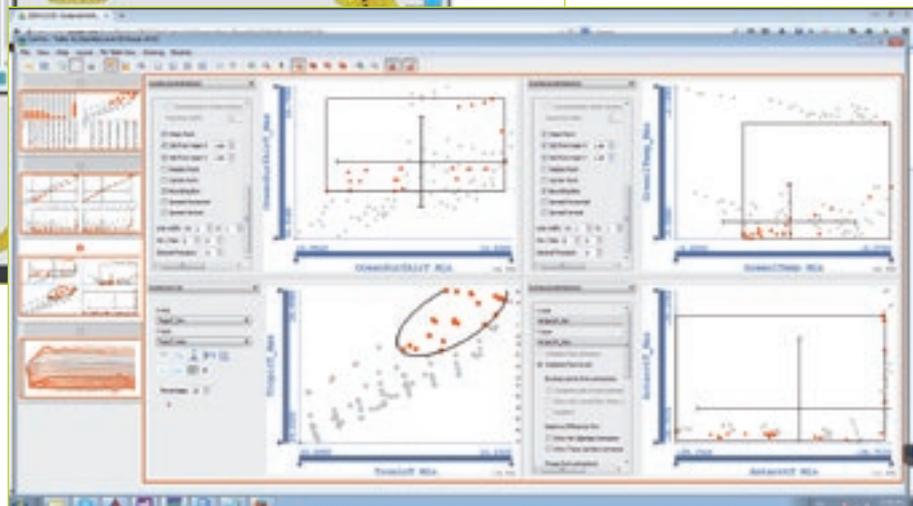
The development of complex systems is now practically impossible without simulation. Recent developments in computing and storage technology make it possible to prepare very complex and detailed simulation models. An efficient analysis of simulation results is the key to a successful complex system design.

The CSI project (Complex Systems Investigation) deals with interactive visualisation of this type of complex simulation data. Besides innovative visualisation techniques, we pay special attention to semi-automatic reporting and quantitative analysis. Although the visualisation is usually used for a qualitative analysis, our research results make it possible to quantify the findings. We have structured the interaction space in order to support quantitative analysis, and we have also developed an efficient system for keeping track of findings in the 3D visualisation. In addition, we also support the modelling phase, where users can interactively improve volume meshes which are used in the simulation. In order to do this efficiently, we use graphical processing units and methods well known in the high performance computing industry.



*Der Pick- und Sample-Mechanismus ermöglicht es, eine quantitative Analyse von 3D-Simulationsdaten durchzuführen.*

*The Picking and Sampling mechanism makes it possible to perform a quantitative analysis of 3D simulation data.*



## Entscheidungshilfen für effektives Hochwassermanagement

Ein nachhaltiges Hochwassermanagement setzt ein abgestimmtes, vorbeugendes Handeln sowie Maßnahmen zur effektiven Gefahrenabwehr voraus. Eine Software, mit der sich Szenarien durchspielen und vergleichen lassen, um etwa die beste Positionierung für Sandsackbarrieren zu ermitteln oder auch potenzielle Schäden abschätzen zu können, ist ein neuer Ansatz zur Entscheidungsfindung. VRVis realisiert im Projekt FLOODVISOR mit Unterstützung der TU-Wien für die Stadtentwässerungsbetriebe Köln einen Prototypen zur Entscheidungshilfe für die Flut- und Regenwasserbewirtschaftung im Bereich Köln. Seit 2016 ist mit dem neuen Projektpartner RIOCOM die Software nun auch in Österreich im Einsatz.

Ziel ist es zum einen, die Effektivität von Schutzmaßnahmen zu simulieren um Auswirkungen auf wichtige Infrastrukturen vorab auszutesten. Zum anderen, Visualisierungen über alternative Schutzszenarien zu generieren, um den Dialog mit der Öffentlichkeit über geplante Maßnahmen zu unterstützen. Die Lösung auf Basis der Software zur Entscheidungsfindung Visdom von VRVis (siehe S. 21) ermöglicht es mehrere Simulationsläufe zu erzeugen und mittels Visualisierung rasch zu analysieren und zu vergleichen. Unterstützt wird sowohl die Planung und Erstellung von Hochwassereinsatzplänen als auch im akuten Hochwasserfall die rasche Entscheidungsfindung für vor Ort zu setzende Maßnahmen. Als Pilotprojekt werden außerdem Deichbruchsimulationen für das österreichische Marchfeld durchgeführt, ebenso wie Hangwassersimulationen.

## Decision-making aids for effective flood management

Sustainable flood management requires coordinated preventive action as well as measures for effective hazard prevention. Software that simulates and compares various scenarios, for example to determine the optimum position of sandbag barriers or assess potential damage, represents a new approach to decision-making. With the support of the Vienna University of Technology, VRVis is developing a prototype for Stadtentwässerungsbetriebe Köln in the FLOODVISOR project to aid the decision-making process with regard to flooding and rainwater management in Cologne. Since RIOCOM joined the project as a new partner in 2016, the software has also been used in Austria.

One objective is to simulate the effectiveness of protective measures in order to test their effect on important infrastructures in advance and another is to generate visualisations of alternative scenarios in order to support dialogue with the public with regard to the planned measures. The solution, based on the decision-support software Visdom by VRVis (see p. 21), enables multiple simulation runs to be generated, analysed and compared in a short period of time. Both the planning and creation of flood protection operations are supported, as is the rapid decision-making process regarding local measures to be taken during heavy rainfalls. As a pilot project, dam breach simulations are carried out for the Austrian Marchfeld, as well as storm water simulations.



Schadensanfälligkeit des ausgewählten Gebäudes gegenüber verschiedenen Bruchszenarien. Rot dargestellte Brüche haben stärkere Auswirkung als gelbe. Überflutung infolge der weißen Brüche gefährdet das Gebäude nicht.

Vulnerability of the selected building with respect to alternative breach scenarios. Breaches coloured in red have more adverse effects than yellow ones. The building is not at risk with floods caused by the white breaches.

## Rekonstruktion und Änderungs- Management von Gebäuden

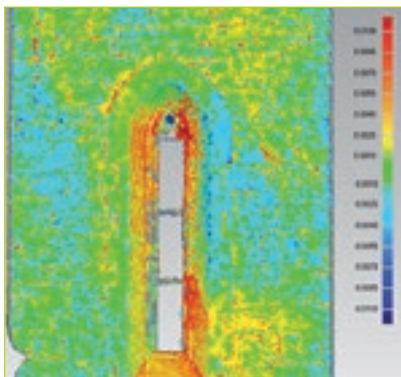
Gemeinsam mit Linsinger Ziviltechnik wurden in diesem Projekt Methoden untersucht, mit denen Bestandsaufnahme, Erkennung sowie Dokumentation von Änderungen an Gebäuden – aus dem Bereich des Kulturerbes – möglichst genau und effizient durchgeführt werden können. In solchen Fällen kommen immer öfter Drohnen zum Einsatz. Diese tragen höchstauflösende Kameras, die hunderte Fotos aus allen Blickwinkeln anfertigen. Aus diesen „Foto-Wolken“ wird mittels fotogrammetrischer Methoden auf hochparallelen Computer-Clustern ein dreidimensionales Modell des Gebäudes errechnet. Diese Modelle können in Echtzeit von allen Seiten betrachtet werden und dienen zur Dokumentation des Ist-Zustands.

Dennoch, manche Aspekte der Alterung bleiben weiter schwer fassbar: Ausblühungen und Bemoosung sind beispielsweise schwer visuell identifizierbar, ebenso gerade geringe Anfangsschäden, wie zum Beispiel Mikrorisse oder beginnendes Abblättern – diese können in der Fotogrammetrie nicht präzise festgestellt werden. Daher wurden im vorliegenden Projekt zusätzliche Methoden mit den vorhandenen kombiniert. Fotometrische Verfahren erlauben die Rekonstruktion minimaler Höhenunterschiede, selbst Pinselstriche und Kratzer werden dadurch gut sichtbar. So können der Verlauf und die Ausbreitung geringfügiger Veränderungen der Oberfläche verfolgt und dokumentiert werden. Far Infrared Vision – FIR, auch als Thermalfotografie bezeichnet – erlaubt es, geringfügigste Unterschiede im Temperaturverlauf, zum Beispiel bedingt durch Bewuchs oder Abblättern, zu detektieren und darzustellen. Eine Kombination von sichtbarem Licht und FIR erlaubt die Fusion detaillierter Rekonstruktion von Gebäuden mit der Messung bereits feinsten Temperaturunterschiede ( $<0.04\text{K}$ ).

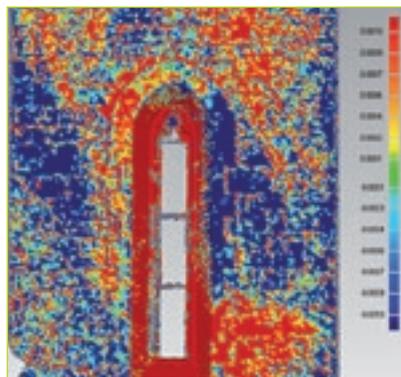
## Reconstruction and change management of buildings

In cooperation with Linsinger Ziviltechnik, methods were investigated, which can be used to record, recognise and document changes to buildings, preferably in the area of cultural heritage, as precisely and efficiently as possible. In such cases, more and more drones are used. They are equipped with high-resolution cameras, which take hundreds of photographs of the building from all angles. From these “photo clouds”, a three-dimensional model of the building is calculated by means of photogrammetric methods on highly parallel computer clusters. These models can be viewed in real time from all sides and serve to document the actual state.

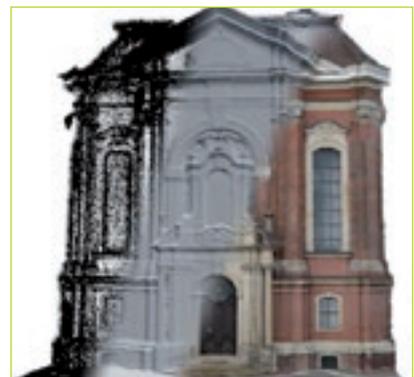
Nevertheless, some aspects of aging are still difficult to pinpoint: efflorescence and the amount of moss are, for example, difficult to identify visually, likewise with minor damage at the start, such as microcracks or initial signs of peeling/flaking – these cannot be precisely determined in photogrammetry. Therefore, additional methods were combined with the existing ones in the present project. Photometric methods allow the reconstruction of minimal differences in height, even brush strokes and scratches are easily visible. The course and the spread of minor changes in the surface can be tracked and documented. Far Infrared Vision – FIR, also known as thermal photography – enables the detection and display of the slightest differences in the temperature, for example, due to the growth of vegetation or peeling/flaking. A combination of visible light and FIR allows the detailed reconstruction of buildings to be combined with measuring the finest temperature differences ( $<0.04\text{K}$ ).



*Manche Schadstellen sind nur im fernem Infrarot (Thermografie) erkennbar.*



*Some damage spots are only visible in far infrared (thermography).*



*Fotogrammetrische Rekonstruktion des Hamburger „Michel“.*

*Photogrammetric reconstruction of the St. Michael's Church in Hamburg.*

## Visual Computing für die Radiologie

Wie kann Information aus medizinischen Bildern effizient extrahiert und dargestellt werden? Die Forschungsgruppe Biomedical Image Informatics des VRVis erforschte 2016 im Rahmen mehrerer Projekte Methoden der Bildverarbeitung und Visualisierung, die Radiologinnen und Radiologen als auch Orthopädinnen und Orthopäden in ihrer täglichen Arbeit entlastet sowie komplexe Diagnoseprozesse unterstützt.

Im Zentrum der Forschung des Projektes KROBIAN (Knowledge Models for Robust Biomedical Image Analysis) standen 2016 die Entwicklung hocheffizienter Bildverarbeitungsmethoden basierend auf neusten Entwicklungen im Bereich maschinelles Lernen (Deep Learning) und deren Integration in Anwendungen für den radiologischen Alltag. Die gemeinsam mit dem Industriepartner AGFA HealthCare bereitgestellten Lösungen beschleunigen radiologische Workflows weltweit.

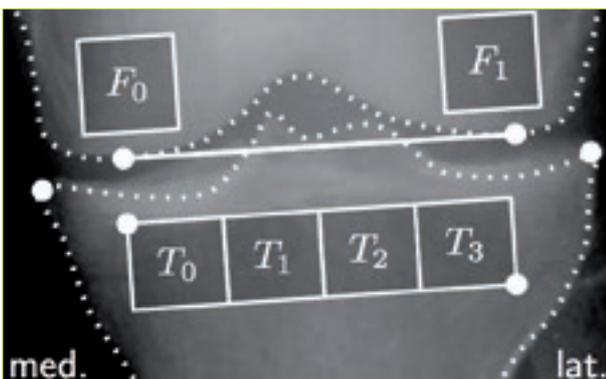
Das Projekt OSTEON (Visual Computing Techniques for Automated Detection of Osteoporosis and Osteoarthritis) beschäftigte sich mit Knie-Osteoarthritis. Röntgenbilder von Kniegelenken werden automatisch analysiert und diverse Faktoren, wie zum Beispiel Gelenkspaltbreite, Fläche und Textureigenschaften automatisch vermessen. Aufgrund dieser Vermessungen werden, mittels Machine Learning, Methoden entwickelt, die zur Früherkennung von Krankheiten führen.

## Visual computing for radiology

How can information from medical images be efficiently extracted and presented? In several projects, the Biomedical Image Informatics research group at VRVis is investigating image processing methods which will relieve the daily workload of radiologists and orthopedic specialists and support complex diagnosis processes.

In 2016, the focus of the KROBIAN research project (Knowledge Models for Robust Biomedical Image Analysis) was on highly efficient image processing methods based on cutting edge machine learning methods (deep learning) and their integration into radiology applications. The solutions, provided together with industry partner AGFA HealthCare, are speeding up radiological workflows throughout the world.

The OSTEON project (Visual Computing Techniques for Automated Detection of Osteoporosis and Osteoarthritis) deals with osteoarthritis of the knee. X-ray images of knee joints are analysed and a range of factors including joint space width, surfaces and textural characteristics are measured fully automatically. Using machine learning, these measurements will be used to develop methods for early identification of the diseases.



Durch Platzierung von 6 Boxen und Vermessung von Textur-Eigenschaften Früherkennung von Osteoarthritis in Femur und Tibia.

Early diagnosis of osteoarthritis from texture: ROI layout in femur and tibia.



Auf einem Hals-CTA detektiertes Blutgefäß (grüner Pfad), das durch eine Knochenstruktur verläuft.

An example of a tracked vessel (green path) passing through a bone structure in a CTA scan showing the neck region.

### Barrierefreie Kunst für blinde und sehbehinderte Menschen

In Museen ausgestellte Kunstwerke sind essentieller Bestandteil unserer Kulturlandschaft, sind jedoch überwiegend auf den Sehsinn ausgerichtet, sodass blinde und sehbeeinträchtigte Besucherinnen und Besucher von vielen Angeboten ausgeschlossen sind. Innovative 3D-Technologien und multi-sensorische Methoden eröffnen Möglichkeiten, mit deren Hilfe museale Ausstellungsobjekte und Bilder im Sinne eines „Design for all“ auch blinden und sehbeeinträchtigten Personen zugänglich gemacht werden können.

Das Projekt AMBAVis hat genau diese inklusiven Ansätze aufgegriffen und weiterentwickelt, um taktile und dreidimensionale Museumsobjekte herzustellen. Unter anderem entstand ein neues haptisches Gemälde zu einem der wohl bekanntesten österreichischen Kunstwerke: Gustav Klimts „Der Kuss“. Das Gemälde wurde computergestützt in eine Relief-Darstellung überführt, in der die Komposition, Körperhaltung, Ausdruck, aber auch die vielen ornamentalen Details pixelgenau erstastbar gemacht wurden. Eine weitere Innovation ist die Entwicklung eines gestengesteuerten interaktiven Audio-Guides, der es Blinden erstmals erlaubt das Gemälde auch ohne fremde Hilfe wahrzunehmen.

Das Relief wurde am 12. November 2016 während einer Pressekonferenz dem Belvedere feierlich übergeben und ist seither als fixe Installation vor dem Originalgemälde allen Besucherinnen und Besuchern zugänglich. Die Bedeutung dieses Projekts zeigte sich besonders in der medialen Resonanz und dem weltweiten Interesse: mehr als 300 Mal und in 24 Sprachen wurde über den ertastbaren Klimt'schen Kuss in internationalen Print-, Online- und TV-Medien berichtet. Zahlreiche Anfragen zu dieser Technik erreichten das VRVis, diese kamen nicht nur aus dem deutschsprachigen Raum, sondern aus aller Welt, so beispielsweise aus Australien, den USA oder Korea.

### Accessible art for blind and visually impaired people

Paintings and works of art exhibited in museums are an essential part of our cultural landscape. However, they are predominantly oriented to the visual sense, so that blind and visually impaired people are excluded from many experiences. Innovative 3D technologies and multi-sensory methods open up opportunities to make museum objects and images accessible to blind and visually impaired visitors: design for all.

The AMBAVis project has taken up exactly these inclusive approaches, enhanced and tested new methods to produce tactile and three-dimensional museum objects. One of the most famous Austrian paintings is Gustav Klimt's masterpiece "The Kiss". Using a computer-assisted workflow, the painting was transformed into a relief representation, in which the composition, physical expression, but also the many ornamental details were rendered precise to the pixel. Another innovation is the development of a gesture-driven interactive audio guide, which allows blind people to experience the painting without the help of others.

The relief was given to the Belvedere on 12<sup>th</sup> November 2016 during a press conference and has since then been accessible to all visitors as a fixed installation in front of the original painting. The importance of this project was particularly evident in the media response and the worldwide interest: the tactile version of Klimt's "The Kiss" was reported in international printed, online and TV media over 300 times and in 24 languages. VRVis received many inquiries about this technology, not only from German-speaking countries, but also from all over the world, for example from Australia, the USA and Korea.



Rekonstruktion der Figurosen.

Reconstructing the character poses.



3D-Modellierung der Relief Geometrie.

3D modelling of the relief's geometry.



Das taktile Relief zu Gustav Klimts „Der Kuss“ aus Corian.

The tactile relief of Gustav Klimt's "The Kiss" from Corian.

## Entscheidender Mehrwert durch Visual Analytics

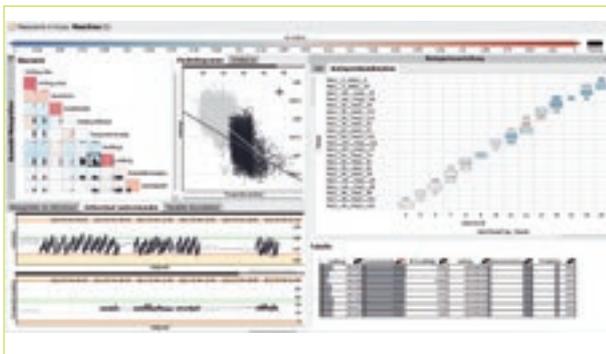
Das Forschungsprojekt TOHIVA (Task-Oriented Visual Analysis of High-Dimensional Data) erforscht und entwickelt neuartige Technologien zur visuellen Analyse großer, hochdimensionaler Daten. Basierend auf der VRVis Software-Plattform Visplore (siehe S. 22) wurden interaktive Dashboards geschaffen, die etwa im Bereich Industrieproduktion ein rasches Auffinden von Ursachen bei Qualitätsmängeln erlauben. So konnten beim Projektpartner RHI Analyseprozesse signifikant verkürzt und zahlreiche neue Hypothesen in kurzer Zeit untersucht werden. Ebenso helfen Dashboards in der Motorenentwicklung Simulationsdaten zu validieren und wesentliche Einflüsse für Motoreigenschaften rasch zu identifizieren.

Im Bereich Energiewirtschaft konnte eine Suite von Dashboards zur Zeitreihenanalyse entscheidend erweitert werden, um etwa auch bei mehreren hundert Zeitreihen Abhängigkeiten und Qualitätsprobleme auf einen Blick zu erfassen. „Das liefert einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung von Prognosemodellen und zur Sicherheit allgemein bei der Interpretation datenbasierter Erkenntnisse“, wie Stefan Komornyik, CEO des Projektpartners HAKOM, erklärt. Zahlreiche Methoden wurden dabei von den Partnern bereits in ihre eigene Software integriert und bieten so vielen Endkundinnen und Endkunden einen entscheidenden Mehrwert.

## Decisive value through visual analytics

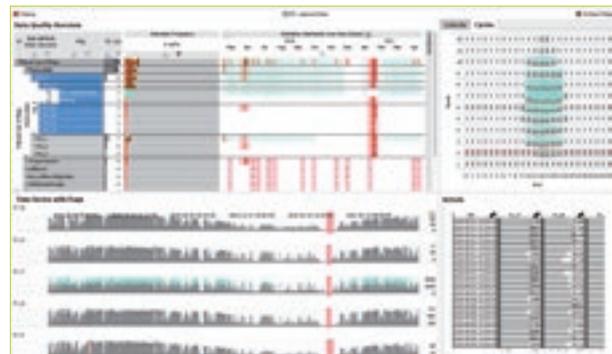
The research project TOHIVA (Task-Oriented Visual Analysis of High-Dimensional Data) researches and develops innovative technologies for the visual analysis of large, high-dimensional data. Based on the VRVis software platform Visplore (see p. 22), interactive dashboards have been created, which, for example in the area of industrial production, allow the causes of quality deficiencies to be found quickly. As a result, with the project partner RHI, it was possible to significantly shorten analysis processes and investigate numerous new hypotheses in a short period of time. Likewise, dashboards help to validate simulation data in engine development, and to quickly identify significant influences on engine characteristics.

In the field of energy management, a suite of dashboards for time series analysis has been significantly expanded in order to record dependencies and quality problems at a glance, even if there are several hundred time series. “This plays an important part in improving prognosis models and in relation to reliability in general when interpreting data-based findings,” says Stefan Komornyik, CEO of the project partner HAKOM. Numerous methods have already been integrated into their own software by the partners and therefore provide a large number of end users with significant added value.



Dashboard, das gemeinsam mit RHI entwickelt wurde und dort auch im Einsatz ist. Ziel des Dashboards ist es, Zusammenhänge zwischen Messgrößen bzw. auch Produktionsparametern zu finden.

Dashboard, which was developed together with RHI and is also used there. The goal of the dashboard is to find connections between measured variables and/or production parameters as well.



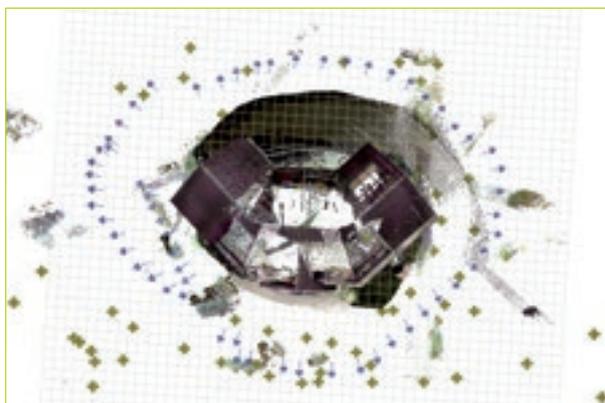
Übersicht über Qualitätsprobleme, wie etwa Fehlwerte in einer Vielzahl von Energiezeitreihen.

Overview of quality problems, such as failures in a variety of energy time series.

**Vermessung neu definiert**

Die breite Verfügbarkeit von neuen Technologien zur dreidimensionalen Erfassung von Gebäuden und Landschaften stellt die Vermessungsbranche vor gänzlich neue Herausforderungen. Günstige Laserscanner, Drohnen und photogrammetrische Methoden bieten zwar eine Unmenge an Daten zur Ergänzung der bisherigen tachymetrischen Messungen und liefern somit auch potenziell ein Vielfaches an Details für die Digitalisierung. Doch sowohl die Verarbeitung als auch die korrekte Registrierung und Verifikation dieser Informationen zieht die Notwendigkeit der Entwicklung völlig neuer Ansätze mit sich.

Die Firma rmDATA stellte sich dieser Herausforderung im gemeinsamen Forschungsprojekt VGM (Virtual Geodetic Mapper) mit dem VRVis. Durch die Entwicklung hocheffizienter, dynamischer Datenstrukturen, interaktiver Workflows und Echtzeitvisualisierungen gelang es, die multimodale Datenvielfalt in den Griff zu bekommen und wichtige Schritte in Richtung akkurater 3D-Digitalisierung zu setzen. So stellt beispielsweise die interaktive Visualisierung und das Echtzeit-Editieren von Punktwolken-Daten in der Größenordnung von mehreren hundert Millionen Punkten – seien es nun Laserscans oder photogrammetrisch erzeugt Daten – erstmalig kein Problem mehr dar. Dies ist wiederum die Grundlage für die Entwicklung neuer „Smart Modelling“-Ansätze, in welchen extrahierte semantische und geometrische Informationen dazu verwendet werden sollen, einer Vermesserin oder einem Vermesser durch vorschlagsbasierte Modellierungstechniken den Arbeitsablauf deutlich zu verkürzen. Die ersten am VRVis entstandenen Forschungsergebnisse werden derzeit bei rmDATA weiterentwickelt, um prototypisch in deren Softwareumgebung integriert zu werden.

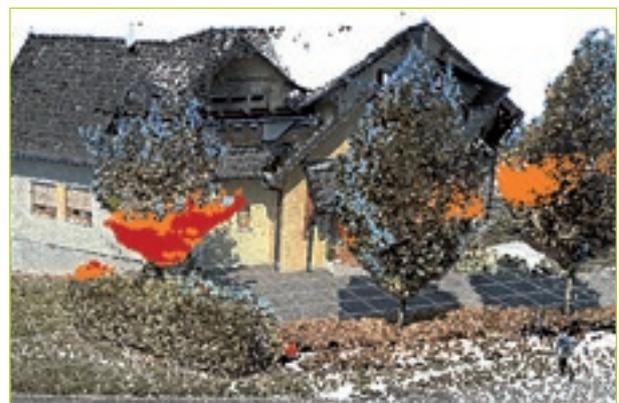


*Laserscan, photogrammetrische Daten (blau) und tachymetrische Messpunkte (dunkelgrün) werden in einem gemeinsamen Koordinatensystem registriert und dargestellt. Interaktives Editieren und Säubern stellt selbst bei Datensätzen mit mehreren hundert Millionen Punkten kein Problem dar.*

**Surveying redefined**

The availability of new technologies for the three-dimensional acquisition of building and landscape data poses entirely new challenges for the surveying industry: Affordable laser scanners, drones and photogrammetric methods produce a vast amount of data to enhance the traditional tachymetric measurements, and therefore offer the possibility to generate far more detailed data for digitalization. However, both the handling as well as the proper registration and verification of this information requires the development of completely new approaches in this field.

The company rmDATA tackled this challenge together with VRVis in a collaborative research project called VGM (Virtual Geodetic Mapper). By developing highly efficient, dynamic data structures, interactive workflows and real-time visualisations, it became possible to manage the vast amount of multimodal data and to make an important step towards accurate 3D digitalization. As an example, the interactive visualisation and real-time editing of point cloud data whereby several hundred million points are considered – whether the data is generated using laser scans or using photogrammetric methods – no longer present a problem. This is, in turn, the basis for the development of new “Smart Modelling” approaches, in which extracted semantic and geometric information is to be used to significantly shorten the traditional workflows of a surveyor by employing suggestion-based modelling techniques. The first results of research carried out by VRVis are currently being further developed at rmDATA in order to integrate these into the latter’s software environment in a prototypical manner.



*Laserscans, photogrammetric data (blue) and tachymetric measurement points (dark green) are registered and visualised in a common coordinate system. Interactive editing and cleaning poses no problem – even in data sets with up to several hundred million points.*

## Virtuelle Erkundung der Marsoberfläche

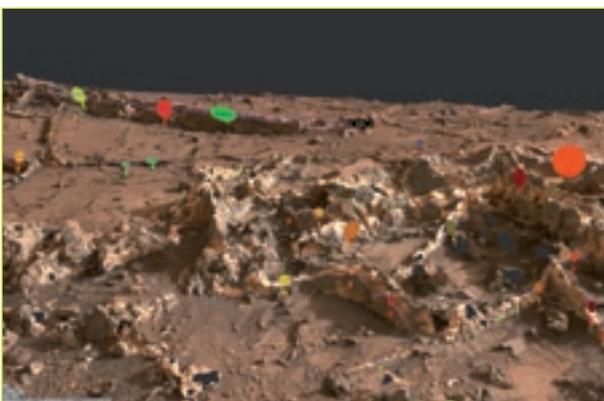
Das Ziel der Projekte ExoMars – PanCam und Mastcam-Z ist die Entwicklung von bildgebenden Instrumenten für die nächsten Rover-Missionen von ESA bzw. NASA. Unser Partner Joanneum Research stellt Methoden zur Bildverarbeitung dieser Instrumente zur Verfügung, mit denen Rekonstruktionen der Marsoberfläche in mehreren Auflösungsstufen erzeugt werden können, speziell Felsaufschlüsse. Einer unsere Beiträge ist die Forschung an Methoden zur virtuellen Erkundung und geologischen Analyse dieser Rekonstruktionen. Der daraus resultierende Viewer PRo3D wurde bereits erfolgreich von Planetenwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern eingesetzt, um Daten von den MER Rovern Spirit und Opportunity zu studieren, sowie vom MSL Rover Curiosity. Letztes Jahr wurde er im Zuge der Mars Utah Rover Field Investigation (MURFI) positiv evaluiert und zur Analyse möglicher Landestellen für die Mars 2020 Rover-Mission herangezogen.

Wir haben außerdem eine erste Version des View Planners zur Verfügung gestellt, mit dem die sichtbaren Bereiche eines Kamerainstrumentes auf bereits rekonstruiertem Gelände visualisiert werden können (meist basierende auf Bilddaten von Orbitern). Dabei wird die Position und Orientierung des Rovers berücksichtigt, sowie die Kameraeinstellungen. Der Blick der Kamera wird zusätzlich in einem eigenen Fenster simuliert. Der View Planner ist sehr nützlich, um optimale Blickpunkte und Kameraeinstellungen für künftige Aufnahmen zu finden, aus denen weitere Rekonstruktionen erzeugt werden können.

## Virtual exploration of the surface of Mars

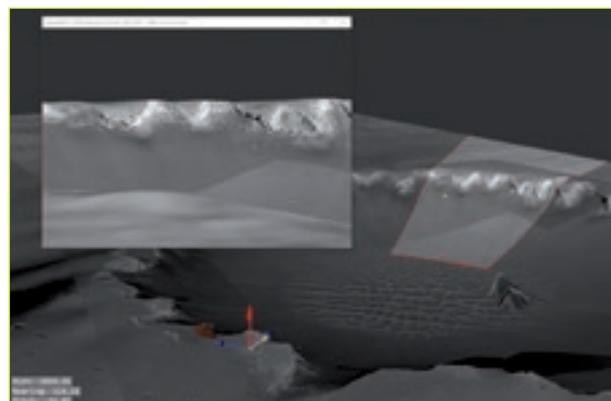
The goal of the ExoMars PanCam and Mastcam-Z projects is the development of imaging instruments for the next rover missions to Mars planned by ESA and NASA respectively. Our partner Joanneum Research provides processing methods to create multi-resolution reconstructions of the surface of Mars, especially rock outcrops, from the imagery of these instruments. One of our contributions is research on methods for the virtual exploration and geological analysis of these reconstructions. The resulting Viewer PRo3D has already been used successfully by planetary scientists to study data from the MER rovers Spirit and Opportunity as well as from the MSL rover Curiosity. Last year, it was positively evaluated in the Mars Utah Rover Field Investigation (MURFI) and helped to analyse possible landing sites for the Mars 2020 rover mission.

We also provided a first version of the View Planner, which allows the visualisation of the visible region of camera instruments on already reconstructed terrain (mainly from orbiter imagery). It considers the rover position and orientation as well as the camera settings. The view from the camera is also simulated in a separate window. The View Planner is a useful feature for finding optimum viewing positions and camera settings for further captures, from which new reconstructions can be created.



Geologische Interpretation der Region Garden City im Gale Krater auf dem Mars mit den Analysewerkzeugen von PRo3D.

Geologic interpretation of the Garden City region within Gale crater on Mars using PRo3D analysis tools.



Der View Planner zeigt die sichtbare Region einer Rover-Kamera auf der Marsoberfläche und den simulierten Kamerablick in einem eigenen Fenster.

The View Planner shows the visible area from a rover camera on the surface of Mars and its simulated view in a separate window.

- Amirkhanov, A., Amirkhanov, A., Salaberger, D., Kastner, J., Gröller, M. E. and Heinzl, C. (2016): Visual Analysis of Defects in Glass Fiber Reinforced Polymers for 4DCT Interrupted In situ Tests. Computer Graphics Forum
- Clemens Arbesser, Florian Spechtenhauser, Thomas Mühlbacher, Harald Piringer (2016): Visplause: Visual Data Quality Assessment of Many Time Series Using Plausibility Checks. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics / Proceedings IEEE InfoVis 2016
- G. Blöschl, Z. Horváth, A. Kiss, J. Komma, T. Nester, R. A.P. Perdigão, A. Viglione, J. Waser (2016): New Methods for Flood Risk Management. In: Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift (ÖIAZ)
- Cedrim, D., Vad, V., Paiva, A., Gröller, E., Gustavo Nonato, L., Castelo, A. (2016): Depth functions as a quality measure and for steering multidimensional projections. Computers & Graphics (Special Section on SIBGRAPI 2016)
- L. Cibulski, D. Gracanin, A. Diehl, R. Splechtna, M. Elshehaly, C. Delrieux, K. Matkovic (2016): ITEA—interactive trajectories and events analysis: exploring sequences of spatio-temporal events in movement data. The Visual Computer & CGI 2016
- D. Cornel, A. Konev, B. Sadransky, Z. Horváth, A. Brambilla, I. Viola, J. Waser (2016): Composite Flow Maps. Computer Graphics Forum
- W. Hamilton, J. Tang, G. Venolia, K. Inkpen, J. Zillner, D. Huang (2016): Rivulet: Exploring Participation in Live Events through Multi-Stream Experiences. TVX 2016
- Hladůvka, Jiří; Enkhbayar, Asura; Norman, Benjamin; Ljuhar, Richard (2016): Automated ROI Placement and Trabecula-Driven Orientation for Radiographic Texture Analyses of Calcaneus. ISBI 2016.
- Z. Horváth, R. A.P. Perdigão, J. Waser, D. Cornel, A. Konev, G. Blöschl (2016): Kepler Shuffle for Real-World Flood Simulations on GPUs. International Journal of High Performance Computing Applications
- R. Ljuhar, H. Canhão, J. Branco, A. Rodrigues, N. Gouveia, J. Hladuvka, T. Haftner, D. Ljuhar, B. Norman, A. Fahrleitner-Pammer, H.-P. Dimai, Nehrer S. (2016): A novel method for the assessment of joint space width and subchondral bone micro architecture. ECR 2016
- K. Matkovic, C. Delrieux, J. Ruiz, M. E. Gröller, and S. Bruckner (2016): A Visual Analytics Solution for Probabilistic Weather Forecasting based on Reforecast Analogs. EGU 2016
- Mathieu Le Muzic, Peter Mindek, Johannes Sorger, Ludovic Autin, David Goodsell, Ivan Viola (2016): Visibility Equalizer: Cutaway Visualization of Mesoscopic Biological Models. Computer Graphics Forum & EuroVis 2016
- R. E. Mayer, S. Bofill-Mas, L. Egle, G. H. Reischer, M. Schade, X. Fernandez-Cassi, W. Fuchs, R. L. Mach, G. Lindner, A. Kirschner, M. Gaisbauer, H. Piringer, A. P. Blaschke, R. Girones, M. Zessner, R. Sommer, A. H. Farnleitner (2016): Occurrence of human-associated Bacteroidetes genetic source tracking markers in raw and treated wastewater of municipal and domestic origin and comparison to standard and alternative indicators of faecal pollution. Water Research
- Miao, H., Mistelbauer, G., Našel, C., and Gröller, E. (2016): Visual Quantification of the Circle of Willis: An Automated Identification and Standardized Representation. Computer Graphics Forum
- Oliveira, D.C., Vad, V., Paiva, A., Groeller, E., Nonato, L.G., Filho, A.C. (2016): Depth functions as a Quality Measure and for steering Multidimensional Projections. Computers and Graphics
- Thomas Ortner, Johannes Sorger, Harald Steinlechner, Gerd Hesina, Harald Piringer, Eduard Gröller (2016): Vis-A-Ware: Integrating Spatial and Non-Spatial Visualization for Visibility-Aware Urban Planning. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics
- T. Ortner, J. Sorger, H. Piringer, G. Hesina, E. Gröller (2016): Visual analytics and rendering for tunnel crack analysis - A Methodological Approach for Integrating Geometric and Attribute Data. The Visual Computer & CGI 2016
- G. Paar, C. Koeberl, G. Hesina, B. Huber, and C. Traxler (2016): 3D Vision for Mars 2020 MASTCAM-Z: Pre-Assessment of Processing Techniques and Geologic Use Cases. LPSC 2016
- Stephan Pajer, Marc Streit, Thomas Torsney-Weir, Florian Spechtenhauser, Torsten Möller, Harald Piringer (2016): WeightLifter: Visual Weight Space Exploration for Multi-Criteria Decision Making. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics / Proceedings IEEE InfoVis 2016
- S. Rados, R. Splechtna, K. Matkovic, E. Gröller, and H. Hauser (2016): Towards Quantitative Visual Analytics with Structured Brushing and Linked Statistics. EuroVis 2016

Nikki Popper, Barbara Glock, Matthias Schauppenlehner, Harald Piringer (2016): Monitoring Primary Care - Development of Data-Based Indicators for the Austrian Health System.  
SMDM Biennial European Conference

Raidou, R., Marcelis, F., Breeuwer, M., Gröller, E., Vilanova, A., van de Wetering, H. (2016): Visual Analytics for the Exploration and Assessment of Segmentation Errors. In: Proceedings of Eurographics Workshop on Visual Computing for Biology and Medicine (EG VCBM)

A. Reichinger, A. Fuhrmann, S. Maierhofer, W. Purgathofer (2016): Gesture-Based Interactive Audio Guide on Tactile Reliefs.  
ACM ASSETS 2016

A. Reichinger, A. Fuhrmann, S. Maierhofer, W. Purgathofer (2016): A Concept for Re-Useable Interactive Tactile Reliefs.  
ICCHP 2016

A. Reichinger, S. Schröder, C. Löw, S. Sportun, P. Reichl, W. Purgathofer (2016): Spaghetti, Sink and Sarcophagus: Design Explorations of Tactile Artworks for Visually Impaired People.  
ACM NordiChi'16. In: Proceedings of the 9th Nordic Conference on Human-Computer Interaction

M. Schlachter, T. Fechter, M. Jurisic, T. Schimek-Jasch, O. Oehlke, S. Adebahr, W. Birkfellner, U. Nestle, and K. Bühler (2016): Visualization of Deformable Image Registration Quality using Local Image Dissimilarity.  
IEEE Transactions on Medical Imaging

Rainer Splechtna, Alexandra Diehl, Mai Elshehaly, Claudio Delrieux, Denis Gračanin, and Kresimir Matkovic (2016): Bus Lines Explorer: Interactive Exploration of Public Transportation Data.  
VINCI 2016

Rainer Splechtna, Michael Beham, Denis Gračanin, Alexandra Diehl, Claudio Delrieux, Kresimir Matkovic (2016): Divide and Conquer Approach to the Analysis of Complex Spatio-Temporal Sensory Data.  
IEEE VIS 2016 - VAST Challenge

Rainer Splechtna, Michael Beham, Denis Gračanin, Alexandra Diehl, Claudio Delrieux, Kresimir Matkovic (2016): Prototyping a building management system with ComVis.  
IEEE VIS 2016

N. Swoboda, J. Moosburner, S. Bruckner, J. Yu, B. Dickson, K. Bühler (2016): Visualization and Quantification for Interactive Analysis of Neural Connectivity in *Drosophila*.  
Computer Graphics Forum

Trapp, M, Schulze, F, Novikov, A, Tirian, L, Dickson, B, and Bühler, K (2016): Adaptive and Background-Aware GAL4 Expression Enhancement of Co-registered Confocal Microscopy Images. *Neuroinformatics*

Christoph Traxler, Gerd Hesina, Robert Barnes, Sanjeev Gupta, and Gerhard Paar (2016): The PROViDE framework for the quantitative geologic analysis of reconstructed Martian terrain and outcrops.  
EGU 2016

Waldin, N., Le Muzic, M., Waldner, M., Gröller, E., Goodsell, D., Ludovic, A., Viola, I. (2016): Chameleon - Dynamic Color Mapping for Multi-Scale Structural Biology Models. In: Proceedings of Eurographics Workshop on Visual Computing for Biology and Medicine (EG VCBM)

Weissenböck, J., Amirkhanov, A., Gröller, E., Kastner, J., Heinzl, Ch. (2016): PorosityAnalyzer: Visual Analysis and Evaluation of Segmentation Pipelines to Determine the Porosity in Fiber-Reinforced Polymers.  
IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics / Proceedings IEEE VAST 2016

Wimmer, M., Major, D., Novikov, A. and Bühler, K. (2016): Local Entropy-optimized Texture Models for Semi-Automatic Spine Labeling in Various MRI Protocols.  
ISBI 2016.

G. Zheng, C. Chu, B. Ibragimov, R. Korez, T. Vrtovec, H. Hutt, R. Everson, J. Meakin, I. L. Andrade, B. Glocker, H. Chen, Q. Dou, P.-A. Heng, C. Wang, D. Forsberg, A. Neubert, J. Fripp, M. Urschler, D. Stern, M. Wimmer, A. A. Novikov, D. L. Belavý, H. Cheng, G. Armbrecht, D. Felsenberg, S. Li (2016): Evaluation and comparison of 3D intervertebral disc localization and segmentation methods for 3D T2 MR data: A grand challenge  
Medical Image Analysis

### Booklet

E.C. Andrade, R. Delgado, B. Hauptner, F. Kerschbaum, R. List, P. Pobezalova, A. Reichinger, S. Sportun, S. Steinbauer, K. Trnka, S. Wögerbauer (2016): Inclusive technologies in museums: For a better access to culture for blind and visually impaired people.

### Habilitations

Kresimir Matkovic  
*Interactive Visual Analysis of Complex Data - Families of Curves, Families of Surfaces, Set-typed data*

### Master Theses

Katharina Krösl  
*Adaptive Photon Mapping using OpenCL for Creating a Light/Reflector*

Martin Imre  
*Incremental update of set operations on pointclouds*

Florian Spechtenhauser  
*Visual Analytics for Rule-Based Quality Management of Multivariate Data*

# Bilanz zum 31. Dezember 2015

## Balance sheet as at 31<sup>st</sup> December 2015

A K T I V A		A S S E T S		in EUR 2016	in EUR 2015
<b>A. ANLAGEVERMÖGEN</b>		<b>FIXED ASSETS</b>			
I.	Immaterielle Vermögensgegenstände	Intangible fixed assets			
	1. Konzessionen, gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte und Vorteile, sowie daraus abgeleitete Lizenzen			12.384,17	5.308,98
II.	Sachanlagen	Tangible fixed assets			
	1. andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung			74.546,75	77.855,59
III.	Finanzanlagen	Financial assets			
	1. Wertpapiere des Anlagevermögens			0,00	8.466,50
				<b>86.930,92</b>	<b>91.631,07</b>
<b>B. UMLAUFVERMÖGEN</b>		<b>CURRENT ASSETS</b>			
I.	Vorräte	Inventories			
	1. Noch nicht abrechenbare Leistungen			68.206,00	66.736,00
II.	Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände	Accounts receivable and other assets			
	1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen			101.149,83	270.659,28
	2. sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände			1.402.931,16	728.869,92
				1.572.286,99	1.066.265,20
III.	Kassenbestand, Schecks, Guthaben bei Kreditinstituten	Cash on hand, cheques, credit balance at banks			
	1. Kassenbestand			1.600,17	1.778,09
	2. Guthaben bei Kreditinstituten			405.091,02	220.858,00
				<b>406.691,19</b>	<b>222.636,09</b>
<b>C. RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN</b>		<b>ACCRUED INCOME</b>		<b>594,00</b>	<b>2.471,58</b>
<b>SUMME AKTIVA</b>		<b>TOTAL ASSETS</b>		<b>2.066.503,10</b>	<b>1.383.003,94</b>
<b>P A S S I V A</b>		<b>L I A B I L I T I E S</b>			
<b>A. EIGENKAPITAL</b>		<b>EQUITY CAPITAL</b>			
I.	Nennkapital	Nominal capital			
	1. Stammkapital			35.000,00	35.000,00
II.	Kapitalrücklagen	Capital reserves			
	1. nicht gebundene Kapitalrücklagen			106.500,00	91.500,00
III.	Bilanzgewinn	Net profit			
	1. davon Gewinnvortrag EUR 217.515,20			297.262,58	217.515,20
				<b>438.762,58</b>	<b>344.015,20</b>
B.	INVESTITIONS ZUSCHÜSSE (bis 2015: UNVERSTEUERTE RÜCKLAGEN)	INVESTMENT GRANTS (up to 2015: UNTAXED RESERVES)		21.897,81	23.080,75
				<b>21.897,81</b>	<b>23.080,75</b>
<b>C. RÜCKSTELLUNGEN</b>		<b>ACCRUALS</b>			
	1. Rückstellungen für Abfertigungen			184.240,28	171.367,00
	2. sonstige Rückstellungen			155.089,00	176.706,00
				<b>339.329,28</b>	<b>348.073,00</b>
<b>D. VERBINDLICHKEITEN</b>		<b>ACCOUNTS PAYABLE</b>			
	1. Verbindlichkeiten ggü. Kreditinstituten			2.471,38	8.359,68
	2. Erhaltene Anzahlungen auf Bestellungen			765.000,00	111.000,00
	3. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen			359.602,83	367.440,84
	4. sonstige Verbindlichkeiten			139.439,22	181.034,47
	davon aus Steuern 56.951,01				
	davon im Rahmen der sozialen Sicherheit 82.488,58				
				<b>1.266.513,43</b>	<b>667.834,99</b>
<b>SUMME PASSIVA</b>		<b>TOTAL LIABILITIES</b>		<b>2.066.503,10</b>	<b>1.383.003,94</b>

# Gewinn- und Verlustrechnung 1. Jänner bis 31. Dezember 2016

## Profit and Loss statement 1<sup>st</sup> January to 31<sup>st</sup> December 2016

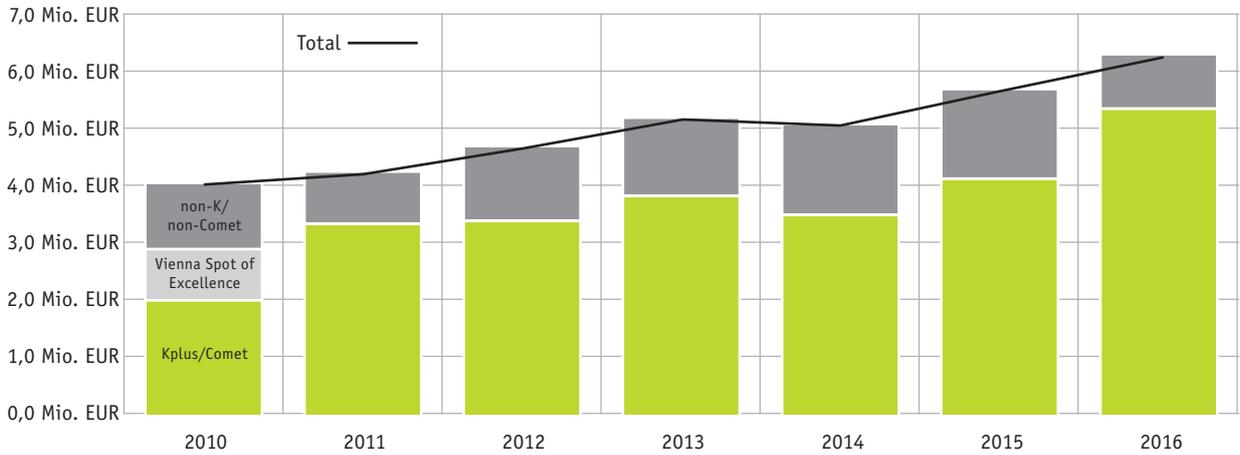
		Jahr/Year 2016 in EUR	2015 in EUR
<b>1. Umsatzerlöse</b>	<b>Revenue</b>		
Erlöse Comet		5.276.597,09	4.080.996,57
Erlöse Non-Comet		943.418,33	1.553.636,43
		<b>6.220.015,42</b>	<b>5.617.926,38</b>
<b>2. Veränderungen des Bestandes an noch nicht abrechenbaren Leistungen</b>	<b>Changes in inventories not yet invoiced</b>	1.470,00	23.794,59
<b>3. Sonstige betriebliche Erträge</b>	<b>Other operating income</b>		
übrige Erträge inkl. Erträge aus der Auflösung von Rückstellungen	Inventories	16.135,81	26.811,80
<b>4. GESAMTLEISTUNG (Z1. bis 3.)</b>	<b>TOTAL INCOME (Pos1. to 2.)</b>	<b>6.237.621,23</b>	<b>5.668.532,77</b>
<b>5. Aufwendungen für Material u. sonstige bezogene Herstellungsleistungen</b>	<b>Expenses for materials and other purchased manufacturing services</b>	<b>-1.676.083,29</b>	<b>-1.469.242,40</b>
<b>6. Personalaufwand</b>	<b>Personnel costs</b>		
a) Gehälter		-2.846.857,27	-2.614.861,57
b) Aufwendungen für Abfertigungen/Zuweisungen zur Abfertigungsrückstellung		-12.873,28	-19.058,00
c) Aufwendungen f. Sozialabgaben u. v.Entgelt abhängige Abgaben u. Pflichtbeiträge		-853.223,77	-775.407,55
d) sonstige Sozialaufwendungen		-47.835,82	-37.995,34
		<b>-3.760.790,14</b>	<b>-3.447.322,46</b>
<b>7. Abschreibungen</b>	<b>Depreciation</b>		
a) Abschreibungen auf immaterielle Gegenstände des Anlagevermögens sowie Sachanlagen		-68.770,60	-67.886,05
<b>8. Sonstige betriebliche Aufwendungen</b>	<b>Other operating expenses</b>		
a) Steuern, soweit sie nicht unter Steuern v. Einkommen u. Ertrag fallen		8.084,19	-8.084,19
b) übrige betriebliche Aufwendungen		-668.810,08	-668.897,13
		<b>-660.725,89</b>	<b>-676.981,32</b>
<b>9. BETRIEBSERGEBNIS (Z4. bis 8.)</b>	<b>OPERATING PROFIT (Pos4. to 8.)</b>	<b>71.251,31</b>	<b>7.100,54</b>
<b>10. Sonstige Zinsen und ähnliche Erträge</b>	<b>Other interest and similar income</b>	9.161,28	165,12
<b>11. Zinsen und ähnliche Aufwendungen</b>	<b>Interest and financial costs</b>	-665,46	-32,52
<b>12. Zwischensumme aus Z 10. bis 11. (Finanzergebnis)</b>	<b>Subtotal from Pos 10. to 11. (Financial result)</b>	<b>8.495,82</b>	<b>133,60</b>
<b>13. ERGEBNIS DER GEWÖHNLICHEN GESCHÄFTSTÄTIGKEIT (Z9. plus 12.)</b>	<b>PROFIT FROM ORDINARY ACTIVITIES (Pos9. plus 12.)</b>	<b>79.747,13</b>	<b>7.233,14</b>
<b>14. Steuern von Einkommen und Ertrag</b>	<b>Income taxes</b>	0,25	-1,00
<b>15. JAHRESÜBERSCHUSS (Z13. bis 14.)</b>	<b>ANNUAL NET PROFIT (Pos13. to 14.)</b>	<b>79.747,13</b>	<b>7.233,14</b>
<b>16. Auflösung unverteuerter Rücklagen</b>	<b>Release of untaxed reserves</b>	0,00	14.545,56
<b>17. Zuweisung zu unverteuerten Rückl.</b>	<b>Allocation to untaxed reserves</b>	0,00	-16.706,62
<b>18. JAHRESERGEBNIS (Z15. bis 17.)</b>	<b>ANNUAL RESULT (Pos15.to16.)</b>	<b>79.747,38</b>	<b>5.072,08</b>
<b>19. Gewinnvortrag</b>	<b>Profit carried forward</b>	<b>217.515,20</b>	<b>212.443,12</b>
<b>20. BILANZGEWINN (Z18. bis 19.)</b>	<b>NET PROFIT (Pos18. to 19.)</b>	<b>297.262,58</b>	<b>217.515,20</b>

### Umsatzentwicklung

Seit der Teilnahme am COMET-Programm 2010 stieg der Umsatz pro Jahr um durchschnittlich 8 %.

### Development of revenue

Since participation in the COMET programme in 2010, sales revenue have increased on average by 8% per year.

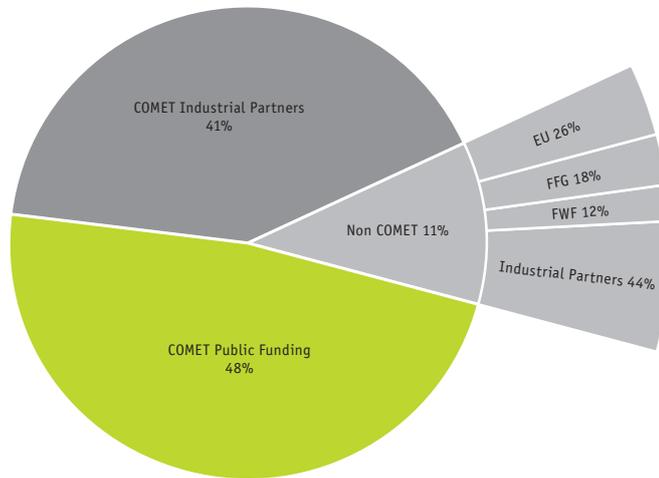


### Struktur der Umsätze

Die Umsätze gliedern sich in zwei große Bereiche, Umsätze im Rahmen des COMET Förderprogramms (bis 2008 Kplus-Programm) und alle übrigen (hier unter der Bezeichnung Non COMET zusammengefasst).

### Structure of revenues

Revenues are divided into two main categories, i.e. revenues within the COMET funding programme (up to 2008 Kplus programme) and all remaining revenues (summarised here as non-COMET).



### Personalstruktur

Das Team des VRVis setzt sich aus hauseigenen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, der Administration als auch Forscherinnen und Forschern von Firmenpartnern zusammen.

### Personnel structure

The VRVis team comprises in-house scientists, the administration as well as researchers from company partners.



## Rechtsform | Legal Status

Gesellschaft mit beschränkter Haftung | Company with limited liability

## Firmenbuch | Company register

FN 195369h

## Gericht | Court

Landesgericht Wien | Regional Court of Vienna

## UID-Nummer | VAT Number

ATU 49846902

## Geschäftsführung | Managing Directors

DI Dr. Gerd Hesina, DI Georg Stonwaski

## Wissenschaftliche Leitung | Scientific Director

Prof. Dr. Werner Purgathofer

## Gesellschafter | Shareholders

Verein des Kompetenzzentrums für Virtual Reality und Visualisierung

## Vereinsmitglieder | Association Members (2017)

AGFA HealthCare GmbH

AR4 GmbH

ArteConTacto

Austrian Power Grid AG

AVL List GmbH

Braincon Handels-GmbH

Bongfish GmbH

D. Swarovski KG

DIBIT Messtechnik GmbH

Forschungsinstitut für Molekulare Pathologie GmbH  
(IMP)

Geoconsult Wien ZT GmbH

Geodata ZT GmbH

Hage Sondermaschinenbau GmbH & Co KG

HAKOM Solutions GmbH

Heinemann Fluid Dynamics Research GmbH

Hilti Corporation

Imagination Computer Services GmbH

IQSOFT Gesellschaft für Informationstechnologie  
m.b.H.

Kapsch TrafficCom AG

Linsinger ZT GmbH

Lithoz GmbH

Meixner Vermessung ZT GmbH

ÖBB Infrastruktur AG

plasma Industrietechnik GmbH

RIOCOM – Ingenieurbüro für Kulturtechnik und

Wasserwirtschaft DI Albert Schwingshandl

rmData GmbH

Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR

wengermayer business consulting e.u.

Witsch Visuals GmbH

zkoor Software Technologies GmbH

Zumtobel Lighting GmbH

TU Wien:

Institute of Computer Graphics and Algorithms

Institute of Computer Aided Automation

Institute of Software Technology and Interactive  
Systems

Graz University of Technology:

Institute for Computer Graphics and Vision

Institute for Computer Graphics and Knowledge  
Visualization

University of Vienna - Faculty of Computer Science:

Cooperative Systems

Visualization and Data Analysis

AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Joanneum Research

Medizinische Universität Wien

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Universität Stuttgart

University of Utah

Virginia Tech

**Herausgeber**

VRVis Zentrum für Virtual Reality und Visualisierung  
Forschungs-GmbH  
Donau-City-Straße 11, 1220 Wien  
office@vrvis.at, www.vrvis.at

**Chefredaktion**

Daniela Drobna

**Redaktion**

Katja Bühler, Gerd Hesina, Sylvia Kiss, Stefan  
Maierhofer, Kresimir Matkovic, Harald Piringer, Werner  
Purgathofer, Andreas Reichinger, Stefan Schmied,  
Michael Schwärzler, Georg Stonawski, Christoph  
Traxler, Jürgen Waser

**Grafische Umsetzung**

Roman Kedzierski

**Druckerei**

Gutenberg Druck

Gedruckt auf CO<sub>2</sub> neutralem Papier

**Soziale Medien**

[www.facebook.com/vrvis](http://www.facebook.com/vrvis)  
[www.twitter.com/vrvis](http://www.twitter.com/vrvis)  
[www.instagram.com/vrvis\\_austria](http://www.instagram.com/vrvis_austria)  
[www.youtube.com/vrvis](http://www.youtube.com/vrvis)

**Publisher**

VRVis Zentrum für Virtual Reality und Visualisierung  
Forschungs-GmbH  
Donau-City-Straße 11, 1220 Vienna, Austria  
office@vrvis.at, www.vrvis.at

**Chief Editor**

Daniela Drobna

**Editorial Staff**

Katja Bühler, Gerd Hesina, Sylvia Kiss, Stefan  
Maierhofer, Kresimir Matkovic, Harald Piringer, Werner  
Purgathofer, Andreas Reichinger, Stefan Schmied,  
Michael Schwärzler, Georg Stonawski, Christoph  
Traxler, Jürgen Waser

**Graphic Design**

Roman Kedzierski

**Printed by**

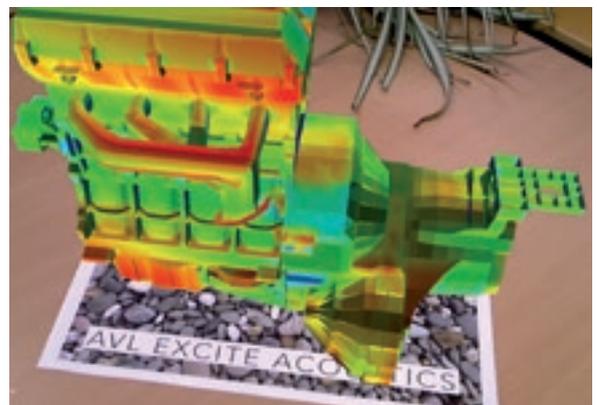
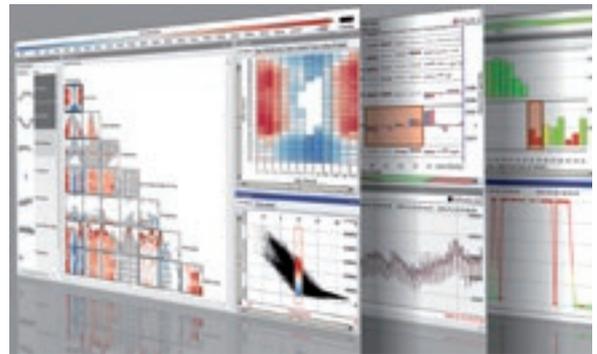
Gutenberg Druck

Printed on carbon neutral paper

**Social Media**

[www.facebook.com/vrvis](http://www.facebook.com/vrvis)  
[www.twitter.com/vrvis](http://www.twitter.com/vrvis)  
[www.instagram.com/vrvis\\_austria](http://www.instagram.com/vrvis_austria)  
[www.youtube.com/vrvis](http://www.youtube.com/vrvis)





Die VRVis Forschungs-GmbH wird im Rahmen von COMET – Competence Centers for Excellent Technologies (854174) durch BMVIT, BMWFW, Land Steiermark, Steirische Wirtschaftsförderung – SFG und Wirtschaftsagentur Wien – Ein Fonds der Stadt Wien gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt.

VRVis Forschungs-GmbH is funded by COMET – Competence Centers for Excellent Technologies (854174) by BMVIT, BMWFW, Styria, Styrian Business Promotion Agency – SFG and Vienna Business Agency – A Service offered by the City of Vienna. The COMET programme is managed by FFG.

COMET

Competence Centers for Excellent Technologies



zentrum für virtual reality und visualisierung forschungs-gmbh