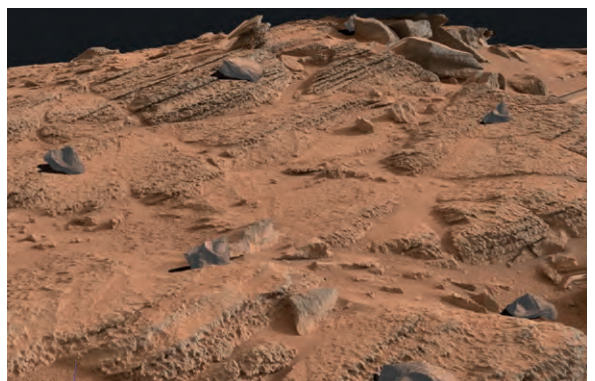
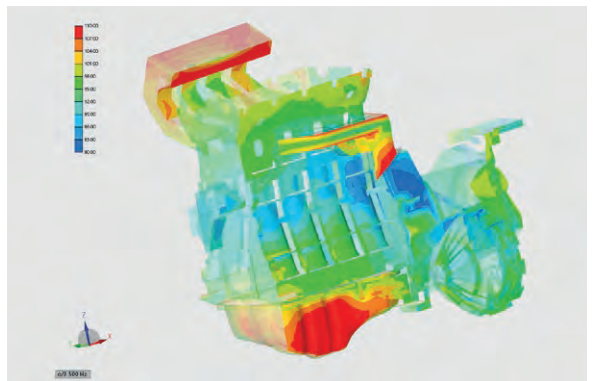
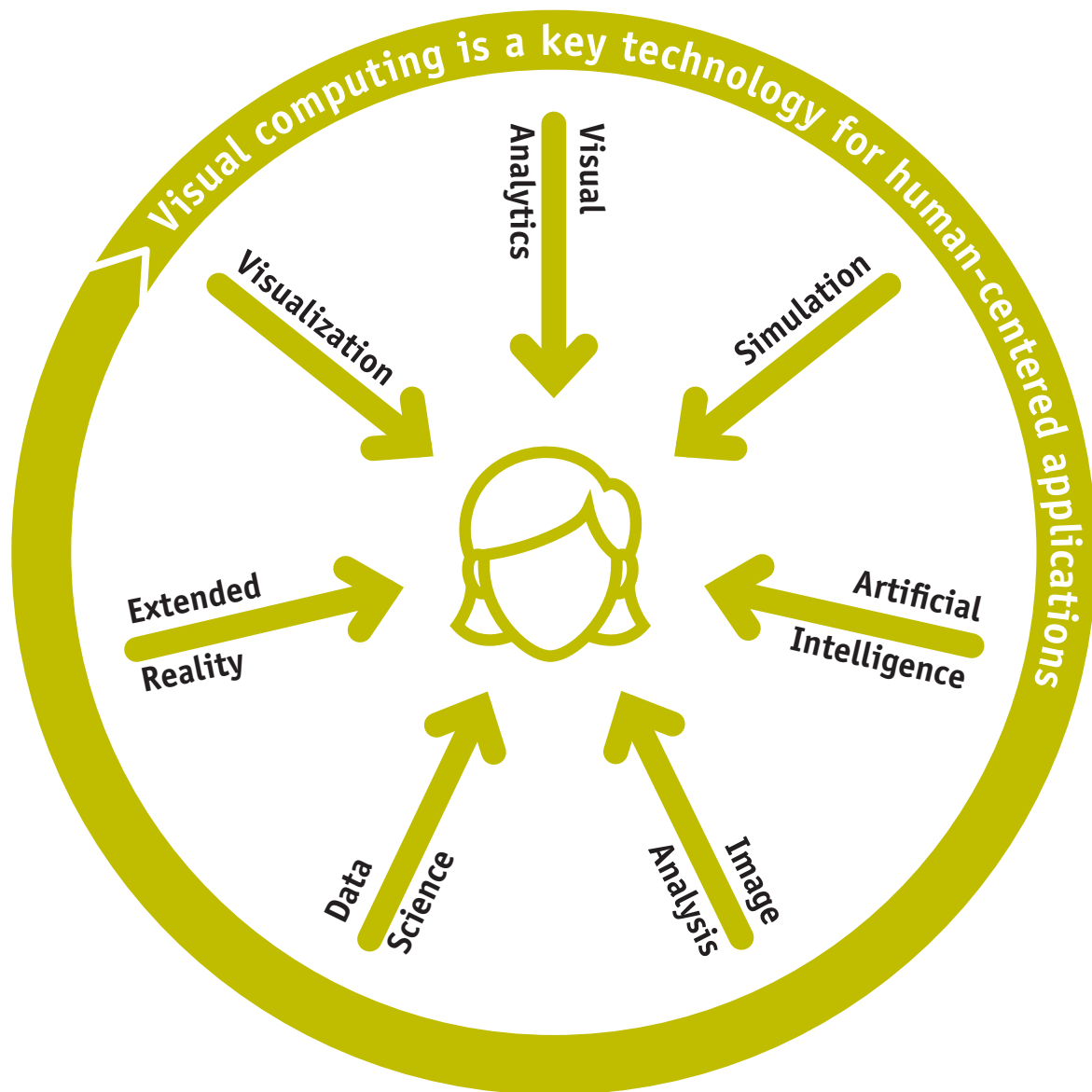


Sehen | Verstehen | Entscheiden
Recognise | Understand | Decide

Jahresbericht 2020
Annual Report 2020



zentrum für
virtual reality und visualisierung
forschungs-gmbh



Visual Computing ist die Schlüsseltechnologie für die Entwicklung menschenzentrierter Anwendungen für den Umgang mit unserer datengetriebenen Realität. Als Österreichs führendes COMET-Kompetenzzentrum auf diesem Gebiet treiben wir am VRVis durch die Verbindung von Spitzenforschung und der engen Zusammenarbeit mit Partnern aus der Praxis den State-of-Tech maßgeblich voran und steigern damit gezielt die Innovationskraft und internationale Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Ziel unserer Forschungsarbeit ist es dabei, mithilfe aller relevanten Visual Computing-Technologien, mit Fokus auf die Weiterentwicklung vertrauenswürdiger KI-Lösungen, hochkomplexe Daten für den Menschen als Basis für Entscheidungsprozesse und effektive Workflows nachvollziehbar aufzubereiten.

Visual computing is the key technology for developing human-centered applications for dealing with our data-driven reality. As Austria's leading COMET Competence Center in this field, we at VRVis are significantly advancing the state of tech by combining top-level research with close cooperation with industry partners, thus boosting the innovative strength and international competitiveness of domestic companies. Using all relevant visual computing technologies, with a focus on the advancement of reliable and explainable AI solutions, we strive to keep humans in the loop with their highly complex data as a basis for decision-making processes and effective workflows.

Unsere Mission	Mission statement	2
Vorworte	Prefaces	4
<i>TU Wien: Prof.ⁱⁿ DIⁿ Dr.ⁱⁿ Sabine Seidler</i> <i>FFG: Dr.ⁱⁿ Henrietta Egerth und Dr. Klaus Pseiner</i> <i>VRVis Management</i>		
VRVis in den Jahren 2000–2020	VRVis in the years 2000–2020	8
Höhepunkte 2020	Highlights 2020	10
Wissenschaftskommunikation	Science communication	13
20 Jahre VRVis: von einem Antrag zum international anerkannten Forschungszentrum	20 years of VRVis: from a funding application to an internationally recognized research center	15
Leistungsportfolio	Range of services	17
Wir bieten	We offer	18
Unsere Produkte	Our products	21
Ausgründung: Visplore	Spin-off: Visplore	27
Ausgewählte Projekte	Selected projects	28
2020: ein außergewöhnliches Jahr	2020: an unusual year	35
Finanzreport	Financial report	36
Unser Netzwerk	Our network	38
Publikationen	Publications	40
Über VRVis: Kennzahlen und Diagramme	About VRVis: facts & figures	42
Impressum	Imprint	43

Es kommt nicht von ungefähr, dass die TU Wien seit der Gründung des VRVis dabei ist, baut doch unsere Forschungsstrategie auf dem Wertschöpfungsgedanken, exzellente Grundlagenforschung mit anwendungsbezogener Forschung zu verbinden, um letztlich mit Partnern bis zur Anwendung zu kommen, auf. Auch wenn das vor mittlerweile mehr als 20 Jahren so nicht formuliert war, erkannten bereits damals TUW-Professoren die Notwendigkeit von ganzheitlichen Ansätzen und engagierten sich im damaligen K-plus, heute COMET-Programm. Einer der Vorreiter an der TUW war Prof. Werner Purgathofer, der nicht nur Mann der ersten Stunde war, sondern als langjähriger wissenschaftlicher Leiter Verantwortung für das VRVis, aber auch für die Kooperation zwischen TU Wien und VRVis übernahm. Unter seiner Führung und mit Unterstützung unserer langjährigen universitären Kooperationspartner TU Graz und Universität Wien sowie zahlreichen Unternehmenspartnern ist es gelungen, **Österreich zu einem europäischen Hotspot in Visual Computing zu entwickeln.**

Für Studierende, PhDs und Absolventinnen und Absolventen der TU Wien bietet das VRVis nicht nur spannende Themen an der Schnittstelle von Forschung und Anwendung, sie lernen in der Kooperation zwischen Universität und VRVis auch, wie sich **Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung gegenseitig befruchten und in Form von gemeinsamen Publikationen und Projekten ebenfalls ernten.**

Die TU Wien hat im Jahr 2020 eine herausragende Wissenschaftlerin am VRVis, Dr.ⁱⁿ Katja Bühler, die seit 01.01.2021 die wissenschaftliche Leitung des VRVis in ihre Hände genommen hat, mit dem renommierten TU-Frauenpreis ausgezeichnet. **Ein gutes Zeichen für weitere 20 Jahre erfolgreiche Kooperation und gemeinsames Heben von Synergien.**

It is no coincidence that the TU Wien has been part of VRVis since its foundation, as our research strategy is based on the idea of value creation of combining excellent basic research with application-oriented research in order to ultimately reach the application stage with partners. Even though this was not formulated more than 20 years ago, TUW professors recognized the necessity of holistic approaches and became involved in the then K-plus program, now COMET program. One of the pioneers at TUW was Prof. Werner Purgathofer, who participated from the first hour and took responsibility for VRVis as the scientific director for many years. He was also in charge of the cooperation between TU Wien and VRVis. Under his leadership and with the support of our long-standing university cooperation partners TU Graz and the University of Vienna as well as numerous company partners, **we have succeeded in developing Austria into a European hotspot in visual computing.**

For students, Ph.D.'s and graduates of the TU Wien, VRVis not only offers exciting topics at the interface of research and application, they also learn in the cooperation between university and VRVis **how basic and application-oriented research mutually benefit each other and also reap the rewards in the form of joint publications and projects.**

In 2020, the TU Wien awarded an outstanding female scientist at VRVis, Dr. Katja Bühler, who has taken the scientific leadership of VRVis into her hands since 01.01.2021, with the prestigious TU Women's Award. **A promising sign for another 20 years of successful cooperation and joint leveraging of synergies.**



Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Sabine Seidler
Rektorin der TU Wien
Rector of TU Wien

Seit über 20 Jahren ist das VRVis Zentrum für Virtual Reality und Visualisierung der **Innovationspartner in Visual Computing, einer Schlüsseltechnologie**, die in vielen Branchen und Bereichen Anwendung findet und Lösungen sichtbar macht: von Hochwasser-Simulationen, um im Krisenfall schnell reagieren zu können, über die Verbindung von Visualisierung und Künstlicher Intelligenz, um kritische Entscheidungshilfen für medizinisches Personal zu liefern, bis hin zur Beschleunigung der Digitalisierung und dem visuellen Umgang mit Big Data, oder beispielsweise auch bei der aktuellen NASA Rover Mars-Mission, bei der das VRVis durch hochkomplexe Visualisierung einen sehr wichtigen Beitrag leistet.

Wir, die FFG, kennen die Stärken des COMET-Zentrums VRVis sehr genau: Sie basieren vor allem auf exzellenter Kooperation auf allen Ebenen. Denn von Beginn an arbeiten **die besten Köpfe aus Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft** gemeinsam an definierten Forschungsthemen, vernetzen sich und **verwandeln unvorstellbare Datenmengen in verwertbare Informationen und beeindruckende Bilder**.

Als Förderagentur des Bundes und Partner des COMET-Zentrums VRVis, das sich als **international anerkanntes Top-Level-Forschungszentrum** und als **Arbeitgeber für Spitzenforschungskräfte** einen Namen gemacht hat, gratulieren wir dem Team des Kompetenzzentrums VRVis zu seinen Leistungen und wünschen für die neue Förderperiode viele Forschungserfolge!

Forschung wirkt.

For more than 20 years, VRVis Zentrum für Virtual Reality und Visualisierung has been a **leading innovation partner in visual computing**, a key technology that is used in many industries and fields to make solutions visible: from flood simulations for crisis management, to the combination of visualization and artificial intelligence to provide critical decision support for medical staff, to the acceleration of digitalization and the visual handling of big data, or for example, also in the current NASA Rover Mars mission, where VRVis is making a significant contribution through highly complex visualization.

We, the FFG, know the strengths of the COMET Center VRVis very well: they are based above all on excellent cooperation at all levels. Because from the very beginning, **the best minds from science, research, and industry** work together on defined research topics, network, **and transform unimaginable amounts of data into usable information and impressive images**.

As a federal funding agency and partner of the COMET Center VRVis, which has made a name for itself as an **internationally recognized top-level research center** and **employer of top researchers**, we congratulate the team of the Competence Center VRVis on its achievements and wish for many research successes in the new funding period!

Research makes an impact.



© FFG
Dr. Klaus Pseiner und Dr.ⁱⁿ Henrietta Egerth
Geschäftsführung der Österreichischen
Forschungsförderungsgesellschaft FFG
Management of the Austrian Research
Promotion Agency FFG



DI Dr. Gerd Hesina
Geschäftsführer
CEO

Unter Resilienz versteht man die Widerstandsfähigkeit, schwierige Lebenssituationen ohne anhaltende Beeinträchtigungen zu überstehen. Das Jahr 2020 war für uns alle eine große Belastungsprobe – Pandemie, Lockdown, Homeoffice. Das VRVis konnte diesen herausfordernden Bedingungen gut begegnen und den Betrieb ungebrochen weiterführen. Unsere Belegschaft wechselte ins Homeoffice und forschte dank unserer ausgezeichneten IT-Infrastruktur unbeeinträchtigt weiter mit Firmen- und Wissenschaftspartnern im In- und Ausland. Wir sind sehr stolz, dass unser Forschungszentrum ohne Kurzarbeit oder gar Entlassungen ausgekommen ist. Ein paar Veranstaltungen wie das VRVis Geburtstagsfest anlässlich unseres 20. Geburtstages sowie unser Symposium Visual Computing Trends 2021 mussten wir leider absagen, doch das sind vergleichsweise kleine Schrammen.

Das Jahr 2020 war aus einem weiteren Grund ein großes Umbruchjahr für uns. Im Sommer fand die Review unseres Forschungszentrums statt. In einer virtuellen Site Visit wurde das VRVis von einer internationalen Jury sehr positiv evaluiert und erhielt die Förderzusage für weitere vier COMET-Jahre – worüber wir uns sehr freuen! Nun nehmen wir die Planung der Jahre 2021 bis 2024 in Angriff und legen die Weichen für neue Partner und Projekte. **Unser Forschungsfokus liegt in den kommenden Jahren dabei besonders auf Künstlicher Intelligenz sowie Visual Computing mit menschzentriertem Schwerpunkt.** Dabei sind Human-in-the-Loop-Systeme ein wesentlicher Aspekt unserer Forschungsarbeit: Wir setzen Technologien und Lösungen ein, um dem User zuzuarbeiten und die Arbeit von Menschen mit Visualisierungen, Simulationen sowie Datenanalysen zu erleichtern.

Im neuen Jahr 2021 übernimmt Dr.ⁱⁿ Katja Bühler die wissenschaftliche Leitung von Prof. Werner Purgathofer. Was 1999 mit einem erfolgreichen Kplus-Antrag begann, ist mittlerweile zu Österreichs größtem Forschungszentrum im Bereich Visual Computing gewachsen. Dafür sagen Gerd Hesina sowie das gesamte VRVis-Team an dieser Stelle ein großes Danke an Werner Purgathofer, der das VRVis und seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter über 20 Jahre begleitete. Zugleich freuen wir uns nun auf den Elan, die Expertise und die Erfahrung von Katja Bühler, die ab jetzt aktiv den wissenschaftlichen Weg des VRVis gestalten wird. So sehen wir trotz Corona und den damit verbundenen Herausforderungen optimistisch der Zukunft entgegen!



Prof. Dr. Werner Purgathofer
Wissenschaftlicher Leiter
Scientific director



DI Dr. Gerd Hesina



Prof. Dr. Werner Purgathofer

Resilience is the ability to withstand difficult life situations without lasting impairment. The year 2020 was a major stress test for all of us – pandemic, lockdown, home office. VRVis was able to weather these challenging conditions well and continue operations uninterrupted. Our staff started to work from their home offices and continued to conduct research with corporate and scientific partners unaffected, thanks to our excellent IT infrastructure. We are very proud that our research center managed without short-time work or even layoffs. Unfortunately, we had to cancel a few events, such as the VRVis birthday party on the occasion of our 20th birthday as well as our symposium Visual Computing Trends 2021, but these are comparatively minor scrapes.

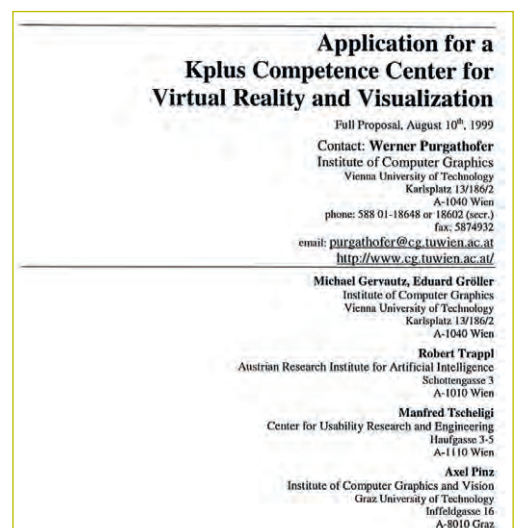
The year 2020 was a big year for us for another reason. In the summer, the review of our research center took place. In a virtual site visit, VRVis was evaluated very positively by an international jury and received funding approval for another four COMET years – which we are very pleased about! Now we are tackling the planning for the years 2021 to 2024 and setting the course for new partners and projects. **In the coming years, our research focus will be particularly on artificial intelligence and visual computing with a human-centric focus.** Human-in-the-loop systems are an essential aspect of our research work: we use technologies and solutions to assist the user and facilitate the work of humans with visualizations, simulations, and data analyses.

In the new year 2021, Dr. Katja Bühler takes over the scientific management from Prof. Werner Purgathofer. What began in 1999 with a successful Kplus application has since grown into Austria's largest research center in the field of visual computing. For this, Gerd Hesina and the entire VRVis team would like to say a big thank you to Werner Purgathofer, who accompanied VRVis and its staff for over 20 years. At the same time, we are now looking forward to the verve, expertise, and experience of Katja Bühler, who will actively shape the scientific path of VRVis from now on. So, despite Corona and the challenges it brings, we look forward to the future with optimism!



20 Jahre Spitzenforschung: Alles begann mit diesem Antrag und der Vision einer Handvoll Wissenschaftler, Wien zum Zentrum der angewandten Visual Computing-Forschung zu machen. Prof. Werner Purgathofer war von Anfang an dabei. Das gesamte Team des VRVis sagt Danke!

20 years of top-level research: It all began with this application and the vision of a handful of scientists to make Vienna the center of applied visual computing research. Prof. Werner Purgathofer was there from the very start. The entire VRVis team says thank you!





> 800
Publikationen



28
Patente



> 150
Abgeschlossene
Master



> 200 Praktika
Nachwuchs-
förderung



67
Awards & Best Paper
Auszeichnungen

**Technologie-
wertschöpfung**
der letzten
10 Jahre
€ 54,6 Mio.

Industrie-
beiträge
€ 26,4 Mio.

Beiträge aus
öffentlicher
Hand
€ 28,2 Mio.

2020



€ 6,75 Mio. Umsatz



~60 Forschungsprojekte



78 Medienberichte



40

Abgeschlossene
PhDs

2020

32 Praktika
4 FEMtech
3 Erasmus

2020

73 Mitarbeiterinnen und
Mitarbeiter aus 11 Ländern

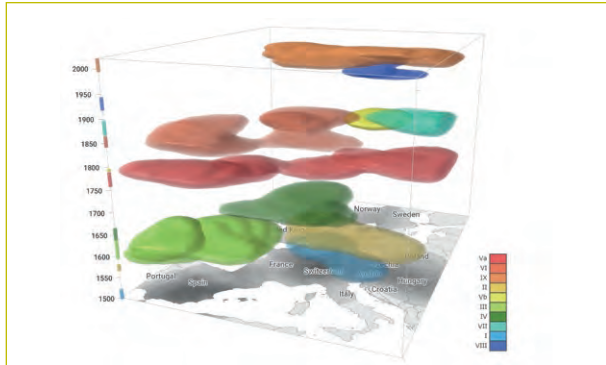


94.388

Forschungsstunden

Publikationsdichte zeigt Vielfalt und Qualität von VRVis-Forschung

2020 sind in Kollaboration mit Partnern aus Wissenschaft und Praxis rund 80 Papers am VRVis entstanden, die in renommierten wissenschaftlichen Fachzeitschriften wie TVCG, Computer Graphics Forum, Computer & Graphics, Nature, eLife und weitere mehr erschienen sind.



VRVis-Visualisierung für die Nature-Publikation „Current European Flood-Rich Period Exceptional Compared with Past 500 Years“.

VRVis visualization for the Nature publication „Current European Flood-Rich Period Exceptional Compared with Past 500 Years“.

High publication rate highlights the variety and quality of VRVis research

In 2020, around 80 VRVis papers, jointly written with partners from science and industry, were published in renowned scientific journals such as TVCG, Computer Graphics Forum, Computer & Graphics, Nature, eLife, and many more.



Maria Wimmer und Theresa Neubauer bei der Präsentation des MICCAI-Papers „Soft Tissue Sarcoma Co-Segmentation in Combined MRI and PET/CT Data“.

Maria Wimmer and Theresa Neubauer presenting the MICCAI paper „Soft Tissue Sarcoma Co-Segmentation in Combined MRI and PET/CT Data“.

Rege Konferenzteilnahme der VRVis-Forschenden

Aufgrund der Pandemie-Situation fanden 2020 alle wichtigen Fachkonferenzen in virtuellen Ausgaben statt. Die Forscherinnen und Forscher des VRVis nahmen dabei an insgesamt 26 Konferenzen bzw. Workshops teil und präsentierten ihre Forschungsprojekte.

Eine Auswahl:

- IEEE ISBI: 1 Paper
- IEEE VR: 1 Paper, 1 Award
- EuroVIS: 2 Session Chairs, 2 Workshop-Präsentationen
- SIGGRAPH: 1 Vortrag, 1 Podcast
- MICCAI: 2 Paper
- I3D: 1 Paper
- EPSC: 4 Abstract Paper, 1 Vortrag
- IEEE VIS: 1 Paper, 1 Vortrag
- WCVR: 5 Vorträge, 2 Keynotes, 1 Roundtable
- ISMAR: 2 Paper, 1 Tutorial



Forscher Thomas Ortner bei seiner virtuellen Paper-Präsentation auf der IEEE VIS 2020.

Researcher Thomas Ortner presenting his paper at IEEE VIS 2020.

Strong conference turnout for VRVis researchers

Due to the pandemic, in 2020, scientific conferences were held in virtual editions. VRVis researchers participated in a total of 26 conferences or workshops to present their research projects. Here a selection:

- IEEE VR: 1 paper, 1 award
- IEEE ISBI: 1 paper
- EuroVIS: 2 session chairs, 2 workshop presentations
- SIGGRAPH: 1 presentation, 1 podcast
- MICCAI: 2 papers
- I3D: 1 paper
- EPSC: 4 abstract papers, 1 presentation
- IEEE VIS: 1 paper, 1 presentation
- WCVR: 5 papers, 2 keynotes, 1 round table
- ISMAR: 2 papers, 1 tutorial



Werner Purgathofer als Hologramm bei seiner Keynote beim 2020 World Congress on VR Industry.

Werner Purgathofer as hologram at his keynote at the 2020 World Congress on VR Industry.

Vielfach ausgezeichnete Forschung

Im Jahr 2020 wurden die Leistungen unserer Forschenden ebenso prämiert wie einzelne Spitzenprojekte.

Eine Auswahl:

- TU-Frauenpreis 2020 für Katja Bühler
- Best Research Demo Award der IEEE VR 2020 für Katharina Krösl
- Auszeichnung bei IÖB Niederwasser-Challenge für Visdom-Projekt von VRVis & SOBOS
- Sonderpreis des Innovations-Awards 2020/2021
- Nominierung zum TÜV Wissenschaftspreis 2020 für Daniel Cornel



Katja Bühler erhielt den renommierten TU-Frauenpreis.

Katja Bühler received the prestigious TU Women's Award.

Outstanding research

In 2020, the achievements of our researchers as well as selected projects were honored.

A selection:

- TU Women's Award 2020 for Katja Bühler
- Best Research Demo Award of the IEEE VR 2020 for Katharina Krösl
- Winner of the IÖB Low Water Challenge for a Visdom project of VRVis & SOBOS
- Special prize of the Innovation Award 2020/2021
- Nomination for the TÜV Science Award 2020 for Daniel Cornel



Katharina Krösl „als Avatar“ bei den IEEE VR Best Research Demo Awards.

Katharina Krösl „as an avatar“ at the IEEE VR Best Research Demo Awards.

Besonderes Preis-Jahr für „ARCHES“

Die innovativen Lösungen des von VRVis koordinierten Horizon2020-Projekts „ARCHES - Accessible Resources for Cultural Heritage EcoSystems“ wurden 2020 mit etlichen renommierten Auszeichnungen bedacht.

- eAward 2020
- Zero Project Award 2020
- IIID Award „Bronze“
- Shortlist des Horizon Impact Awards 2020
- WSA Austria Award 2020
- Heritage in Motion Award 2020



Nationalratspräsident Wolfgang Sobotka und ARCHES-Projektleiter Andreas Reichinger bei der Präsentation des mit dem Zero Project Award ausgezeichneten interaktiven Multimedia Guides für Museumsobjekte.

Wolfgang Sobotka, President of the National Council, and ARCHES project head Andreas Reichinger at the presentation of the Zero Project Award-winning interactive multimedia guide for museum objects.

Great award year for „ARCHES“

The innovative solutions of the Horizon2020 project „ARCHES - Accessible Resources for Cultural Heritage EcoSystems“, coordinated by VRVis, were honored with several prestigious awards in 2020.

- eAward 2020
- Zero Project Award 2020
- IIID Award „Bronze“
- Shortlist of the Horizon Impact Award 2020
- WSA Austria Award 2020
- Heritage in Motion Award 2020

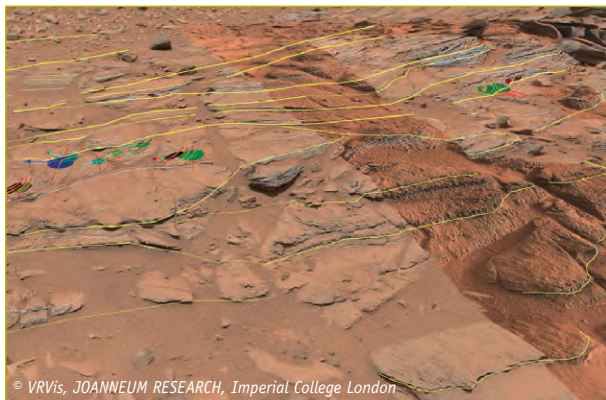


„ARCHES“ schaffte es als eines von zehn Projekten aus ganz Europa auf die Shortlist des renommierten Horizon Impact Awards.

As one of ten selected projects from all over Europe, „ARCHES“ was shortlisted for the prestigious Horizon Impact Award.

VRVis-Technologie „mit an Bord“ des NASA-Rovers Perseverance

Am 30. Juli 2020 startete der aktuelle NASA-Rover „Perseverance“ zum Mars. Mittlerweile ist er erfolgreich auf dem roten Planeten gelandet und sucht nach Anzeichen von uraltem, mikrobiellem Leben. Die Visualisierungssoftware PRO3D von VRVis und JOANNEUM RESEARCH ist Teil dieser Mission und ein wichtiges Werkzeug für das Planetenwissenschaftsteam der NASA, um 3D-Modelle der Marsoberfläche auf geologische und topografische Merkmale zu vermessen und zu annotieren. Dies liefert wertvolle Informationen, wo der Rover beispielsweise nach Gesteinsproben bohren soll.

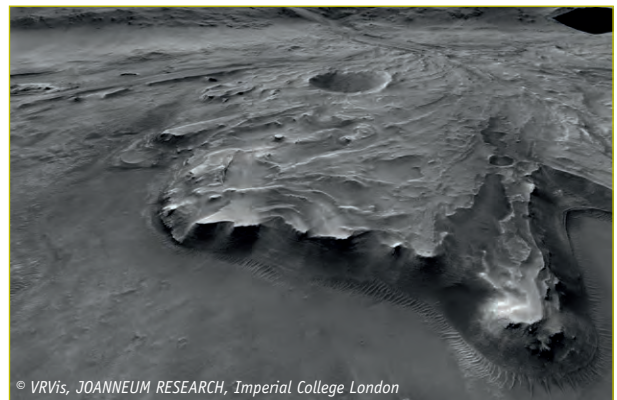


Die Shaler-Region des Mars mit geologischen Annotationen in PRO3D.

The Shaler region of Mars with geologic annotations in PRO3D.

VRVis technology “on board” NASA’s Perseverance rover

On July 30, 2020, the current NASA rover “Perseverance” was launched to Mars. In the meantime, it has successfully landed on the red planet and is searching for signs of ancient microbial life. The PRO3D visualization software from VRVis and JOANNEUM RESEARCH is part of this mission and an important tool for NASA’s planetary science team to measure and annotate 3D models of the Martian surface for geological and topographical features. This provides valuable information on where the rover should drill for rock samples, for example.

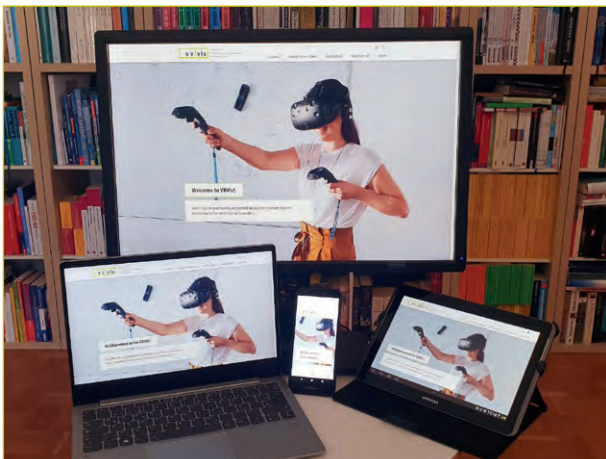


Die Landezone des NASA-Rovers Perseverance ist der Jezero-Krater auf dem Mars. Aufnahmen der HiRISE-Kamera.

The landing site for the NASA Mars rover Perseverance is the Jezero Crater. This picture was taken with the HiRISE camera.

Neue Webseite des VRVis

Nach dem größten Webrelaunch in der 20-jährigen Firmengeschichte präsentiert sich das VRVis in neuem Gewand: Die Webseite ist durchgängig zweisprachig (Deutsch und Englisch), intuitiv navigierbar und mit einer umfangreichen Publikationsdatenbank ausgestattet.



Die digitale Verbindung zur Außenwelt: die neue VRVis-Webseite.

The digital connection to the world: the new VRVis website.

New Website

After the largest web relaunch in the company’s 20-year history, VRVis presents itself in a new design: the website is bilingual throughout (German and English), intuitively navigable, and equipped with an extensive publication database.



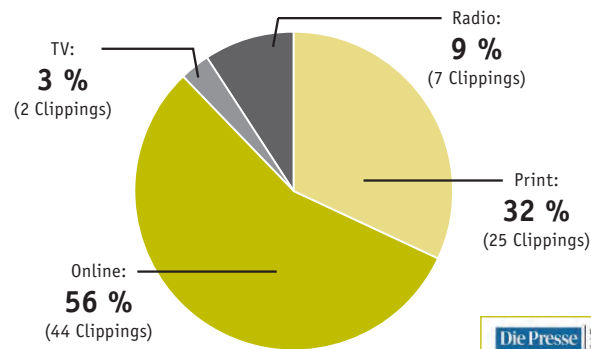
Für den erfolgreichen Web-Relaunch erhielt das VRVis eine Nominierung für den eAward 2020 in der Kategorie Marketing & PR.

For the successful web relaunch, VRVis received a nomination for the eAward 2020 in the Marketing & PR category.

Wissenschaftskommunikation

Wissenschaftskommunikation ist ein wichtiger Bestandteil erfolgreicher Forschungsarbeit. Dazu gehört nicht nur, unsere Projekte und Erfolge zu kommunizieren, sondern auch den Nutzen von Forschung für unsere Gesellschaft zu vermitteln. Auch 2020 konnten wir den erfolgreichen Trend im Bereich Öffentlichkeitsarbeit fortsetzen und uns über starke Reichweiten in der digitalen wie der analogen Kommunikation freuen.

Medienberichterstattung Media reports



Science communication

Science communication is an integral part of successful research work. This includes not only publicizing our projects and achievements but also highlighting the benefits of research for our society. In 2020, we succeeded in continuing the positive trend in communications.



Neue Broschüre

„Wiener Spitzenforschung“ ist eine 30-seitige Publikation, welche wir gemeinsam mit SBA Research verfassten, um die Top-Level-Forschung aus Wien vor den Vorhang zu holen und wichtige Mover und Shaker der österreichischen Innovationslandschaft, wie beispielsweise Bundesministerin Leonore Gewessler (BMK), Bundesministerin Margarete Schramböck (BMDW), Henrietta Egerth und Klaus Pseiner (FFG) oder Gerhard Hirczi (Wirtschaftsagentur Wien), zu Wort kommen zu lassen.

New brochure

“Top-level Research from Vienna” is a 30-page publication, jointly published with SBA Research, to highlight the top-level research from Vienna and feature interviews with essential movers and shakers of the Austrian innovation landscape, such as Federal Minister Leonore Gewessler (BMK), Federal Minister Margarete Schramböck (BMDW), Henrietta Egerth and Klaus Pseiner (FFG), or Gerhard Hirczi (Vienna Business Agency).



In einer Zeit, in der es noch den Schilling gab und unter Virtual Reality „eine neuartige Form der Mensch-Maschine-Interaktion“ verstanden wurde, begann die Erfolgsgeschichte eines Wiener Forschungszentrums. Am 13. Oktober 2000 schnitt eine Gruppe an Menschen aus Forschung, Politik und Wirtschaft eine grüne Eröffnungsschleife durch – damit war die VRVis Zentrum für Virtual Reality und Visualisierung Forschungs-GmbH geboren.



Visual Computing anno 2000

Beim Gründungsereignis gab es auch Demos für die Gäste

Guests were able to see some demos at the opening event

2000–2007
Kplus-Förderung
Kplus funding

2008–2010
Vienna Spots
of Excellence

1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010

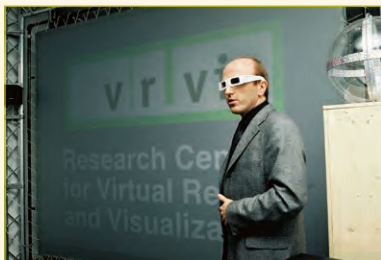
Ab 1. Jänner 2010
COMET-Förderung der FFG
COMET funding by FFG



Herbst 2000

Eröffnungsereignis im ersten VRVis-Büro in der Lothringerstraße in Wien
Opening event in the first VRVis office in Lothringerstraße in Vienna

V.l.n.r./F.l.t.r.: Brigitte Ederer, Ingolf Schädler, Werner Purgathofer, Harald Isemann, Klaus Rabensteiner, Michael Gervautz, Johannes Holzer, Andreas König, Axel Pinz, Markus Straub



12. Jänner 2000

Antrag für neues Kplus-Zentrum VRVis wird genehmigt
Application for new Kplus center VRVis is approved

1999

Konsortium stellt Kplus-Antrag
Consortium submits Kplus application

Gründungsmitglieder/Funding members: TU Wien, TU Graz, ÖFAI, CURE

Von einem Antrag zum international anerkannten Forschungszentrum From an application to an internationally recognized research center

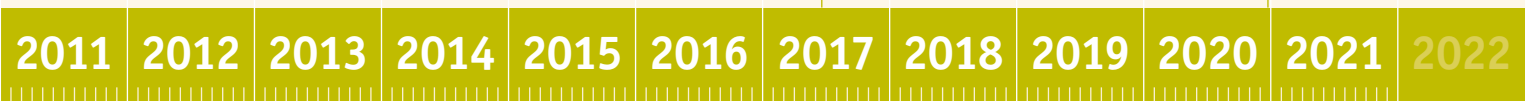
In a time when the shilling still existed, and virtual reality was understood to be “a novel form of human-machine interaction”, the success story of a Viennese research center began. On October 13, 2000, a group of people from research, politics, and business cut a green opening ribbon – thus, the VRVis Zentrum für Virtual Reality und Visualisierung Forschungs-GmbH was born.

2017
VRVis bezieht neue Räumlichkeiten im ARES Tower in Wien
VRVis moves to new location at ARES tower in Vienna



1. Jänner 2021
Die 2. COMET-Periode beginnt
The 2nd COMET period starts

2010–2024
COMET-Förderung der FFG
COMET funding by FFG



2016
Neue COMET-Förderung für 2017–2024 genehmigt
New COMET funding approved for 2017–2024

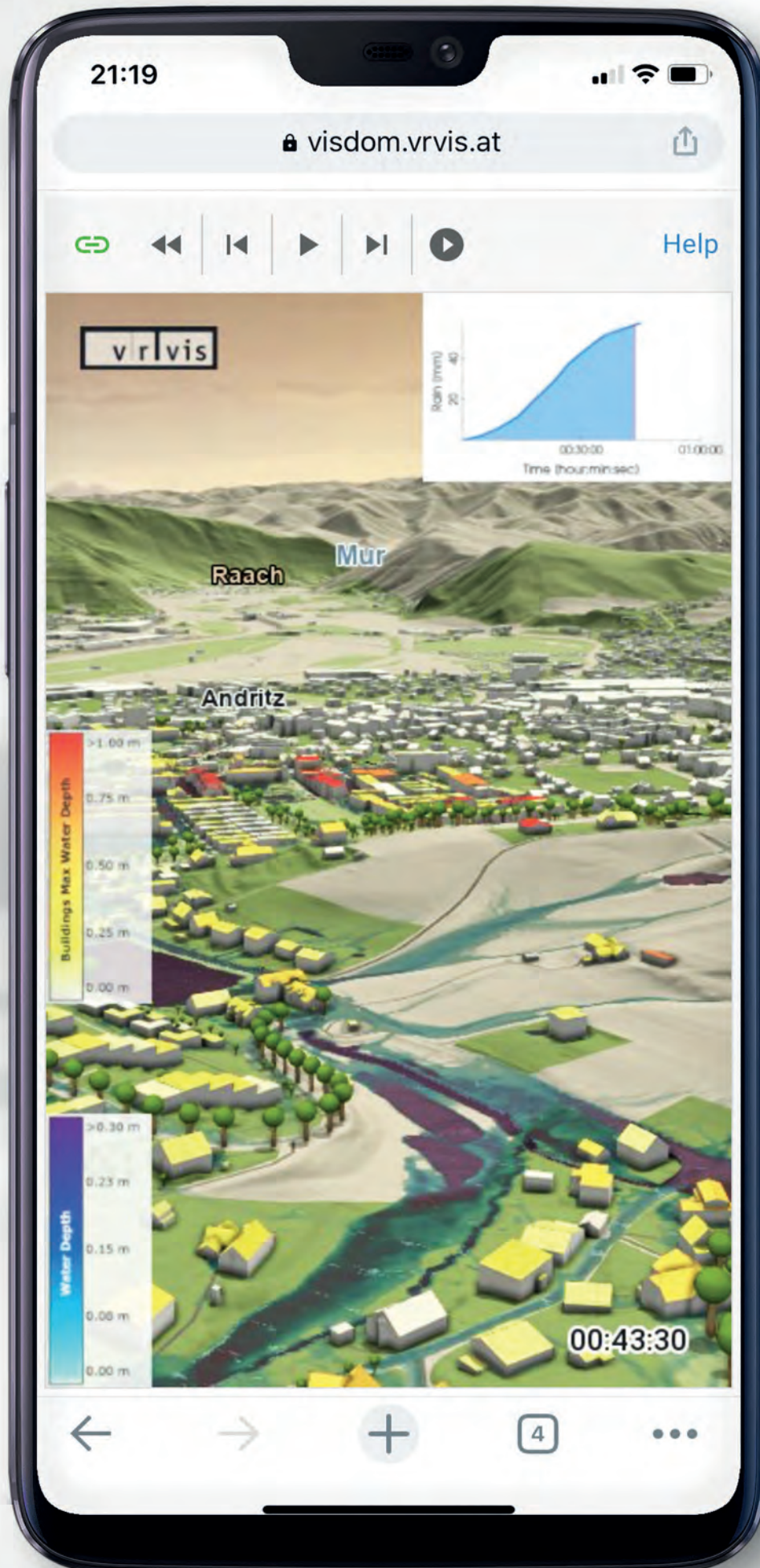
Sommer 2020
Halbzeit-Evaluierung und Förderzusage der zweiten COMET-Periode 2021–2024
Mid-term evaluation and funding approval of the second COMET period 2021–2024

2017
Gerd Hesina übernimmt die Geschäftsführung von Georg Stonawski
Gerd Hesina takes over the management from Georg Stonawski

2021
Katja Bühler übernimmt die wissenschaftliche Leitung von Werner Purgathofer
Katja Bühler takes over the scientific management from Werner Purgathofer

Aus der Initiative der Gründungsmitglieder und langjährigen Wissenschaftspartner TU Wien, TU Graz, ÖFAI und CURE entstand der Zusammenschluss mehrerer Top-Researcher, die sich den Themen Virtual Reality und Visual Computing verstärkt aus der Industrie-Perspektive widmen wollten. In einer Zeit, in welcher die Dotcom-Blase frisch geplatzt war, stellte sich der Start des VRVis als Herausforderung, vor allem aber als große Chance dar. Nach über 20 Jahren ist das VRVis zu einem Forschungsunternehmen mit über 70 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern herangewachsen, die an innovativen anwendungsorientierten Forschungs- und Entwicklungsprojekten aus den Bereichen Künstliche Intelligenz, Bildverarbeitung, Visual Analytics und Simulation arbeiten. Über 20 Patente, 800 Fachpublikationen, 67 Auszeichnungen und 200 zufriedene Unternehmenspartner bezeugen zwei Jahrzehnte Spitzenforschung aus dem Hause VRVis.

From the initiative of the founding members and long-time scientific partners TU Wien, TU Graz, ÖFAI, and CURE, several top researchers came together, who wanted to dedicate themselves to the topics of virtual reality and visual computing from an industrial perspective. At a time when the dot-com bubble had just burst, the launch of VRVis proved to be a challenge, but above all, a great opportunity. After more than 20 years, VRVis has grown to a research company with over 70 employees working on innovative application-oriented research and development projects in the fields of artificial intelligence, image processing, visual analytics, and simulation. More than 20 patents, 800 scientific publications, 67 awards, and 200 satisfied corporate partners testify to two decades of top-level research from VRVis.



Unsere simulationsbasierte Modellierungssoftware Visdom (siehe S. 26) ist als Cloud-Service mit Fernzugriff über den Browser konzipiert, um größtmögliche Nutzerfreundlichkeit zu gewährleisten.

Our simulation-based modeling software Visdom (see p. 26) is designed as a cloud service with remote browser access to ensure the greatest possible user-friendliness.

Visual Computing: von Daten zu Entscheidungen

Das Vermögen, Dinge zu sehen und zu verstehen, ist eine der wichtigsten menschlichen Fähigkeiten. Am VRVis stellen wir unsere Expertise zu Algorithmen und Datenstrukturen in den Dienst der Innovation und Technologieentwicklung, um in einer komplexen Welt zum Nutzen der Gesellschaft Entscheidungen zu vereinfachen und Prozesse zu beschleunigen.

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. 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, Industrie 4.0) 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!

Visual computing: from data to decisions

The ability to see and understand things is one of the most important human skills. At VRVis, we put our expertise in algorithms and data structures at the service of innovation and technology development to simplify decisions and speed up processes in a complex world for the benefit of society.

The future of economic growth and scientific innovation is increasingly based on our ability to extract information from data to provide a 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, Industry 4.0), 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.



Am VRVis forschen sieben spezialisierte und interdisziplinär arbeitende Gruppen – im Jahr 2020 überwiegend aus dem Homeoffice.

At VRVis, seven specialized groups are working in an interdisciplinary manner – in 2020, mainly from home.

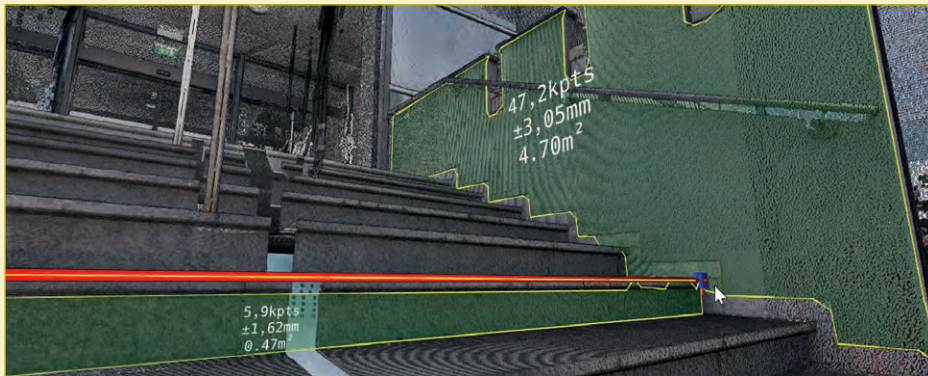
Der VRVis-Stand bei der Zero Project Conference im Februar 2020, einem der letzten regulär und physisch stattfindenden Events im Corona-Jahr, stellte taktile Kunst und einen Multimedia-Guide für Museen des 21. Jahrhunderts aus.
The VRVis booth at the Zero Project Conference in February 2020, one of the last regular and physical events of the Corona year, featured tactile art and a multimedia guide for 21st century museums.



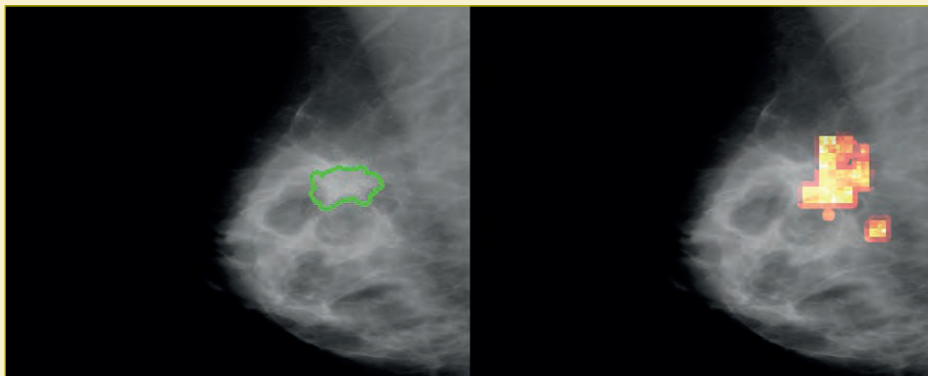
Visual Computing ist eine Querschnittstechnologie, welche Lösungen für viele Branchen bietet.



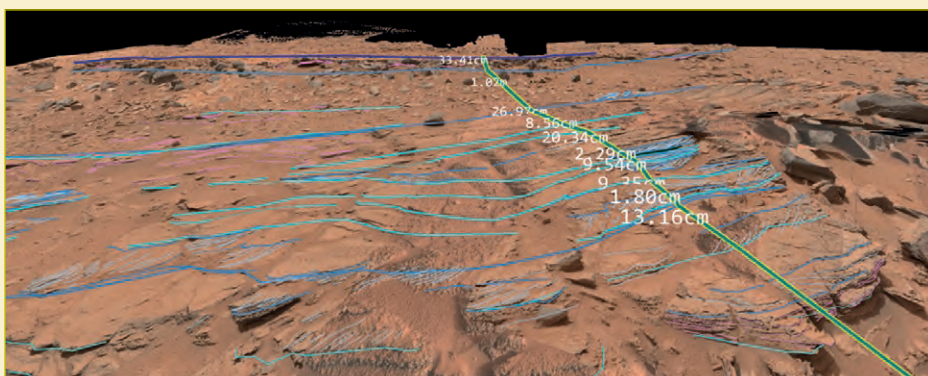
Simulation und web-basierte interaktive Visualisierung für die **Automobilindustrie**.
Simulation and web-based interactive visualization for the automotive industry.



Smart Modeling und computergestützte Planerstellung im **Bauwesen**.
Smart modeling and computer-aided design in construction.



Interpretierbare Künstliche Intelligenz für die **Medizin**.
Explainable artificial intelligence for medicine.



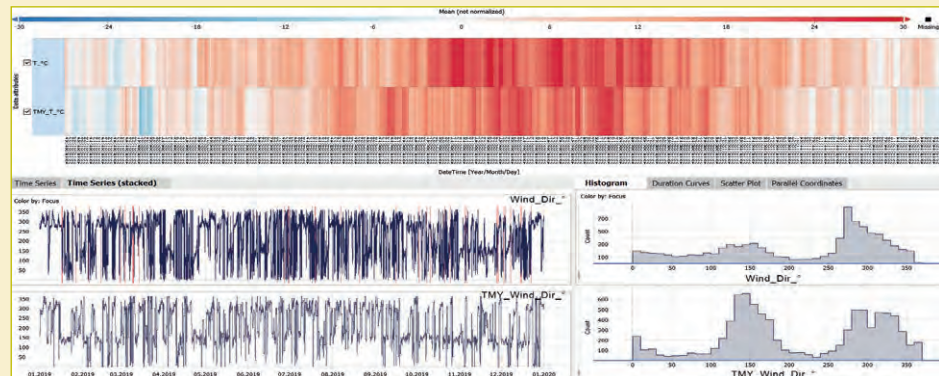
Visual Computing für **Geologie und Planetenwissenschaft**.
Visual computing for geology and planetary science.

Visual computing is an interdisciplinary technology, which offers solutions to many markets.

Hydrodynamische Modellierung für **Katastrophenschutz und Klimawandelanpassung.**
*Hydrodynamic modelling for **disaster management and climate change adaption.***



Visual Analytics & Data Science für **Energie-wirtschaft und Industrie 4.0.**
*Visual analytics & data science for the **energy sector and industry 4.0.***



Lösungen und Anwendungen für die datengetriebenen **Lebenswissenschaften.**
*Solutions and applications for data-driven **life sciences.***



3D- sowie taktile Technologien für die **Kreativbranche und Kulturerbe.**
*3D and tactile technologies for **creative industries and cultural heritage.***



Wir bieten: Expertise & Innovation We offer: expertise & innovation

Unsere über 70 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter finden individuelle Lösungen für die verschiedenen Bedürfnisse unserer Kundinnen und Kunden. Bei uns gibt es Maßarbeit: von **Grundlagenforschung** über den angreifbaren Forschungsprototyp bis hin zu **angewandter Industrieforschung** und Software-Entwicklung. Dabei ist es uns wichtig, eine Brücke von der Wissenschaft in die Wirtschaft zu bilden – nur so kommen aktuelle Technologien und wissenschaftliche Erkenntnisse in der Industrie an.

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 Virginia Tech und Otto-Guericke-Universität Magdeburg.



Wir bieten Consulting, Upskilling und Workshops.

We offer consulting, upskilling, and workshops.

Our more than 70 employees find individual solutions for the individual needs of our customers. As Austria's leading institute for research in visual computing, we have been building a bridge between science and industry for two decades now. We offer tailor-made work: from **scientific research** to the development of a research prototype to **applied research** and software development.

We cooperate closely with the Technical Universities in Vienna and Graz, the University of Vienna and a number of international research institutes such as Virginia Tech and Otto-Guericke-Universität Magdeburg.



Bei uns gibt es kundenspezifische Lösungen, an denen mehrere Forschende gemeinsam arbeiten – ein ganzheitlicher Zugang.

We have customer-specific solutions on which the entire research group works together – a holistic approach.

Unsere Leistungen umfassen:

- ▣ Consulting
- ▣ Kundenspezifische Lösungen
- ▣ Anwendungsorientierte Forschung & Entwicklung
- ▣ Recherche und Machbarkeitsstudien
- ▣ Upskilling und praxisnahe Workshops für KMUs
- ▣ Auswahl des passenden Förderinstruments
- ▣ Unterstützung bei der Antragerstellung
- ▣ Projektmanagement
- ▣ Reporting gegenüber den Förderagenturen
- ▣ Zielgerichtete PR- und Pressearbeit

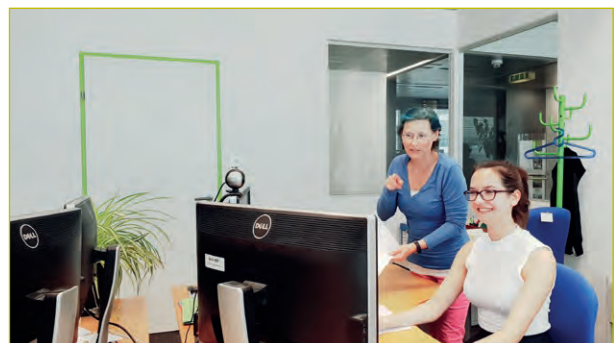


In unserem „Maker Labor“ werden Prototypen auch mal in Handarbeit erstellt.

In our 'maker lab' we develop prototypes by hand.

Our services include:

- ▣ Consulting
- ▣ Customized solutions
- ▣ Application-oriented research & development
- ▣ Research and feasibility studies
- ▣ Upskilling and practical workshops for SMEs
- ▣ Selection of an appropriate funding instrument
- ▣ Support during the application process
- ▣ Project management
- ▣ Reporting to the funding agencies
- ▣ Targeted communication and PR



Erfolgreiche Forschung und Projektentwicklung gehen bei uns Hand in Hand: Unsere Projektleitung arbeitet eng mit dem Innovation Management und dem Controlling zusammen.

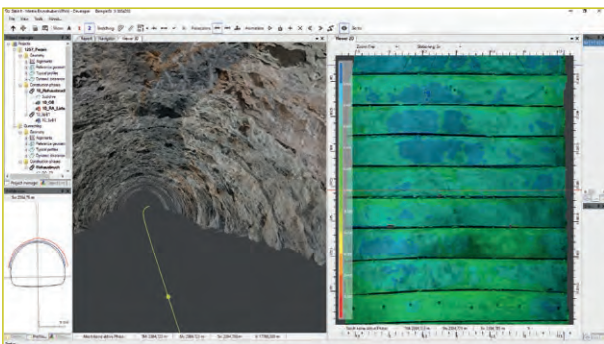
Successful research and project management go hand in hand at our research center: the project management works closely together with the innovation management and controlling.

Aus unserer langjährigen Forschungsarbeit ist eine Vielzahl an **Software-Plattformen** entstanden, welche die Basis für viele neue innovative Projekte aus Grundlagen- und angewandter Forschung bieten. Folgende VRVis Software-Plattformen werden in zahlreichen Projekten eingesetzt:

- ❑ **Aardvark:** Open-Source-Bibliotheken für interaktive Hochleistungsanwendungen des Visual Computing und der Echtzeit-Grafik für Smart Modeling, photogrammetrische Rekonstruktion, interaktive Darstellung u.v.m.
- ❑ **Brain*:** Data Science-Plattform für die Neurowissenschaften, die Datenbanken, visuelle Interfaces und optimiertes Data-Mining für große multimodale 3D-Datensammlungen des Gehirns integriert
- ❑ **GEARViewer:** Entscheidungsunterstützung für komplexe Infrastrukturprojekte
- ❑ **PRo3D:** interaktives 3D-Visualisierungswerkzeug für die Planetenforschung
- ❑ **Visdom:** Entscheidungsfindung durch Kombination von Visualisierungs-, Simulations- und Analysetechniken
- ❑ **Visplore:** maßgeschneiderte Applikationen für Visual Analytics, Plausibilisierung, Analyse und Entscheidungsfindung von multivariaten Daten

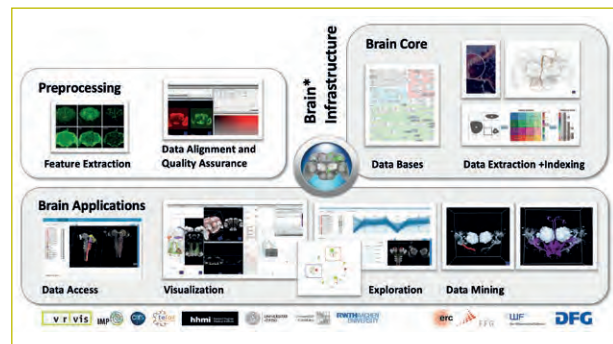
Our many years of research have resulted in a large number of **software platforms**, which are the basis for many new and innovative projects in applied and basic research. The following VRVis software platforms are used in numerous projects:

- ❑ **Aardvark:** open-source libraries for interactive high-performance visual computing and graphics applications in smart modeling, photogrammetric reconstruction, interactive rendering, and more
- ❑ **Brain*:** a data science platform for neurosciences designed to host, manage, visualize, and mine large, multi-modal collections of 3D brain data
- ❑ **GEARViewer:** decision support for complex infrastructure projects
- ❑ **PRo3D:** an interactive 3D visualization tool for planetary science
- ❑ **Visdom:** combines visualization, simulation, and analysis techniques to support decision-making
- ❑ **Visplore:** customized analysis applications for visual analytics, plausibility, analysis, and decision-making of multivariate data



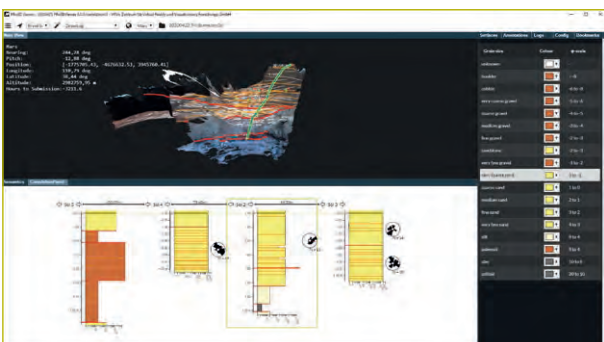
Aardvark ist ein leistungsfähiges Tool für Anwendungen im Bereich des Visual Computing, Mathematik, Physik, Computer Vision, Bildverarbeitung und photogrammetrischer Rekonstruktion.

Aardvark is a powerful tool for applications in visual computing, mathematics, physics, computer vision, image processing, and photogrammetric reconstruction.



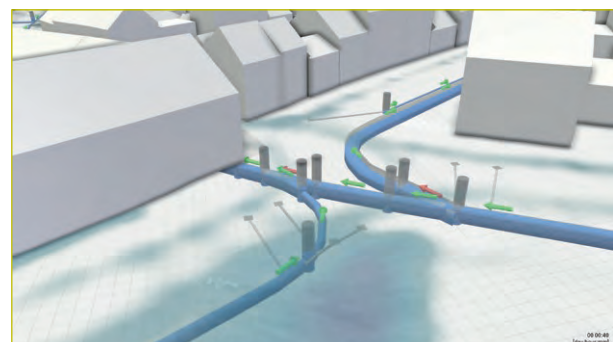
Übersicht der Brain*-Infrastruktur, unseren Data Science-Plattformen für datengetriebene Neuro- und Lebenswissenschaften.

Overview of the Brain* infrastructure, our data science tools for data driven neuro and life sciences.



PRo3D bietet eine virtuelle Umgebung für die Planetengeologie und findet derzeit Einsatz bei der aktuellen NASA Mars-Mission mit Rover Perseverance.

PRo3D provides a virtual environment for planetary geology and is currently being used in the NASA Mars mission with rover Perseverance.



Das Portfolio unserer Simulations- und Visualisierungssoftware Visdom umfasst neben hydrodynamischer Modellierung auch Kanalnetzkopplung und Design von Schutzmaßnahmen.

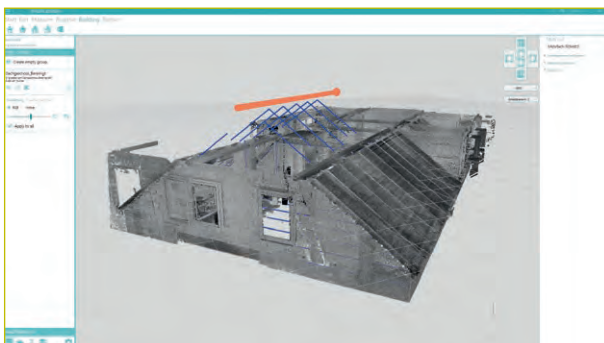
The portfolio of our simulation and visualization software Visdom includes hydrodynamic modeling as well as sewer coupling and design of protective measures.

Forschungsplattform für Echtzeit-Grafik und Visualisierung

Aardvark ist eine Visual Computing-Plattform für Forschung und Entwicklung sowie eine der **effizientesten Plattformen in Bezug auf Rendering-Leistung, Datendurchsatz, Ressourcenverbrauch und Rapid Prototyping komplexer Visualisierungsanwendungen**. Aardvark ermöglicht ein unkompliziertes Handling von Terabytes an Daten, weshalb die Plattform sowohl in **größentechnischen Produktionsumgebungen** als auch in der **Spitzenforschung** Einsatz findet. Enorme Beliebtheit erfreut sich die Plattform auch in der **Open-Source-Community**. Dieses rege User-Engagement in der Open-Source- und F#-Community hat 2020 zu einer Zusammenarbeit mit Don Syme von Microsoft Research geführt, was in einer Veröffentlichung des Community-Projekts „FSharp.Data.Adaptive“ gipfelte. Diese Bibliothek umfasst Funktionen und Datenstrukturen, die für den effizienten Umgang mit Veränderungen ausgelegt sind, basierend auf unserer grundlegenden Forschungsarbeit in dieser Hinsicht.

Als Forschungsplattform konzentriert sich Aardvark stark darauf, den Stand der Technik im Bereich Visual Computing weiterzuentwickeln und wird deshalb routinemäßig bei internationalen Forschungsprojekten eingesetzt. So baut auch PRo3D auf der Aardvark-Plattform auf und bildet die Grundlage für alle marsbezogenen Projekte und Publikationen (siehe S. 25).

Im kommerziellen Bereich schätzen unsere Anwenderinnen und Anwender die zahlreichen stabilen und hochmodernen Komponenten sowie persönliche Beratung und Support. Selbstverständlich sorgen **unsere Wartungsverträge und Lizenzvereinbarungen** für die Sicherheit, die man sich von einer professionellen Softwareplattform zurecht erwarten kann.



Lizenzierte Aardvark-Komponenten sind die Grundlage des rmDATA-Produkts 3DWorx, das u. a. mit dem burgenländischen Innovationspreis ausgezeichnet wurde.

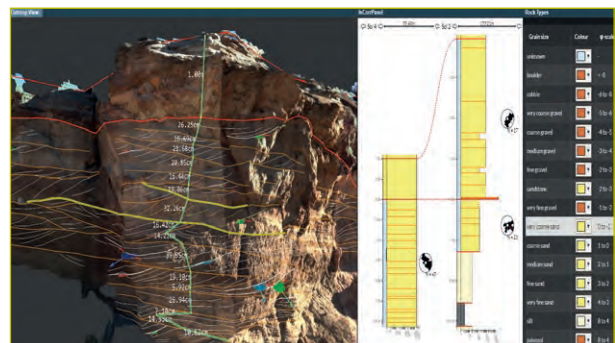
Licensed Aardvark components are the foundation of the rmDATA product 3DWorx, which received the Innovation Award of Burgenland.

Research platform for real-time graphics and visualizations

Aardvark is a visual computing platform for research and development and **one of the most efficient platforms in terms of raw rendering performance, data throughput, resource consumption, and rapid prototyping of complex visualization applications**. Aardvark is used in **industrial-scale real-world production environments** as well as **top-level research**. Aardvark makes it easy to handle terabytes of data, which is why the platform is used in both large-scale production environments and cutting-edge research. The platform also enjoys enormous popularity in the **open-source community**. Our engagement in the open-source and F# community has led to a collaboration with Don Syme from Microsoft Research, culminating in the community project release of FSharp.Data.Adaptive. This library encompasses functions and data structures designed to efficiently handle change, based on our fundamental research work in this regard.

As a research platform, Aardvark is heavily focused on advancing the state-of-the-art in visual computing and is routinely used in international research projects and publications. For instance, PRo3D is built on top of the Aardvark platform, building the basis for all Mars-related projects and publications (see p. 25).

In commercial scenarios, our users love the large number of stable state-of-the-art components as well as technical support and consulting. Of course, our **maintenance contracts and suitable license agreements** provide the extra peace-of-mind rightfully expected from a professional software platform.



Interaktive Korrelationspanels als Erweiterung von PRo3D (siehe S. 25), beides entwickelt auf der extrem vielseitigen und skalierbaren Visual Computing-Plattform Aardvark. Dies führte zur hochkarätigen Publikation „InCorr“.

Interactive correlation panels as an extension of PRo3D (see p. 25), both developed on the extremely versatile and scalable Aardvark visual computing platform leading to the high-class publication “InCorr”.

Eine Data Science-Plattform für die Neurowissenschaften

Zu verstehen, wie das Gehirn funktioniert, ist eine der großen Fragen der Neurowissenschaften und Ziel großer Forschungsinitiativen weltweit. Die Ergebnisse liefern z.B. einerseits die Grundlagen für neue Behandlungsmöglichkeiten neurodegenerativer Erkrankungen, bilden aber auch die Basis für die Entwicklung neuer „Brain-inspired“ Technologien im Bereich der Künstlichen Intelligenz. Viele Bereiche der Neurowissenschaft sind heute sehr datenintensiv und erfordern spezielle Software-Infrastrukturen, um die Komplexität des Gehirns immer weiter entschlüsseln zu können und das Design von Experimenten zu beschleunigen.

Die Data Science-Plattform Brain* und ihre beiden Hauptapplikationen BrainBase und BrainTrawler bieten Neurowissenschaftlerinnen und Neurowissenschaftlern sowie der Pharmaindustrie professionelle **webbasierte Lösungen für das Management, die Visualisierung, die automatische Informationsextraktion ebenso wie semantische und bildbasierte Suchfunktionen in sehr großen Sammlungen räumlicher Daten.** Alleinstellungsmerkmal unserer webbasierten Infrastruktur sind hochperformante räumliche Datenstrukturen, die es erlauben, die Inhalte hunderttausender Multi-Omics-Datensätze in Form von 3D-Bild-, Netzwerk- und z.B. regionsbasierter Daten zu Zelltypen in Millisekunden zu durchsuchen.

Die Plattform wurde 2008 von VRVis und dem Institut für Molekulare Pathologie Wien (IMP) initiiert und wird seitdem aktiv im Rahmen zahlreicher internationaler Kooperationen weiterentwickelt. 2020 wurde die Zusammenarbeit mit Boehringer Ingelheim weiter vertieft, im Oktober 2020 startete das FWF/DFG-Grundlagenprojekt „Larvalbrain 2.0“ in Kooperation mit der Universität Leipzig sowie der RWTH Aachen.

A data science infrastructure for neurosciences

Understanding how the brain works is one of the biggest challenges addressed by neurosciences and the ultimate objective of major research initiatives worldwide. Their results provide the basis for new treatments for neurodegenerative diseases and deliver the basis for developing novel “brain-inspired” technologies to advance artificial intelligence. Today, neuroscience is highly data-intensive and requires dedicated software infrastructures to improve the understanding of the complex interplay of the brain’s genes, structure, and function and accelerate target identification for further experiments.

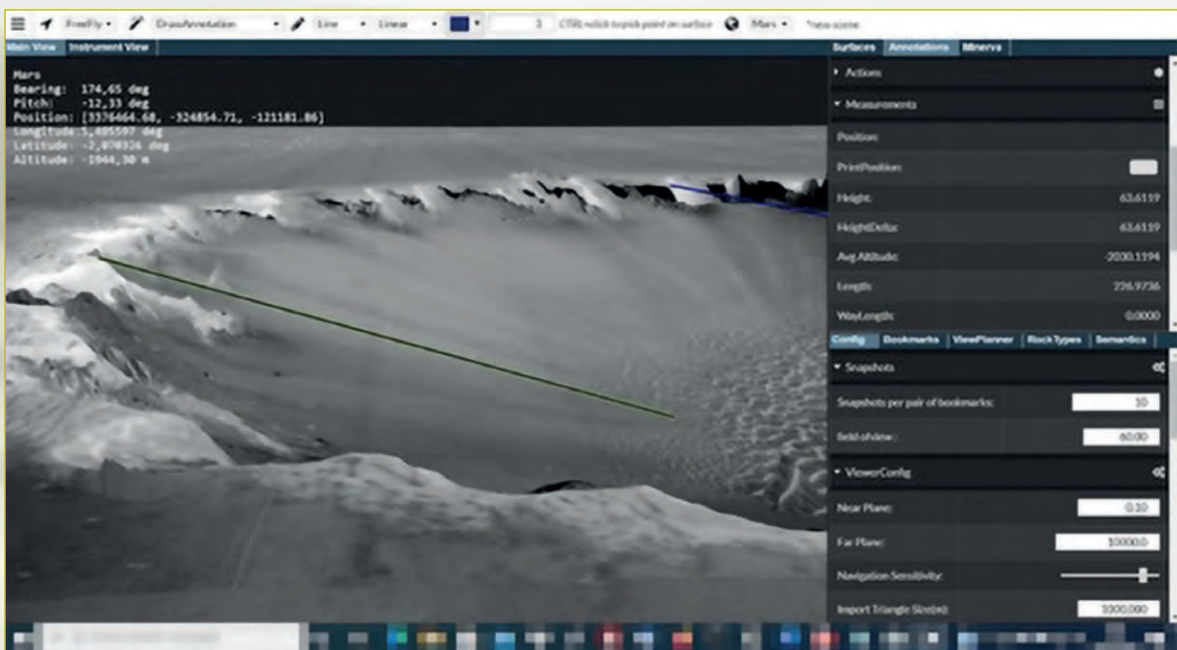
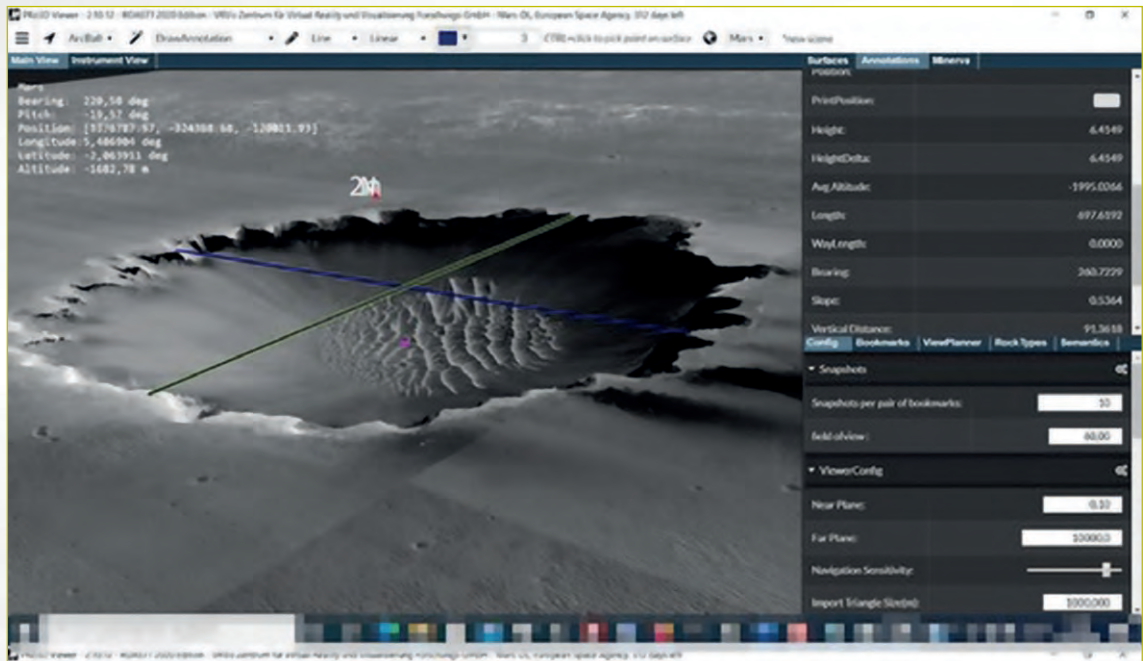
The data science platform Brain* and its main applications BrainBase and BrainTrawler offer neuroscientists and the pharma industry professional **web-based solutions for the management, visualization, and automatic information extraction, as well as semantic and image-based search functions in extensive collections of spatial brain data.** The unique selling point of our infrastructure are highly performant spatial data structures enabling the user to query the content of hundreds of thousands of 3D images, large-scale brain networks, and, e.g., region-wise data on cell types in milliseconds.

The platform has been initiated by VRVis and the Institute of Molecular Pathology (IMP) in Vienna in 2008 and is under active development in the context of numerous international projects in cooperation with teams of neuroscientists and the pharma industry. In 2020, we extended our ongoing corporation with Boehringer Ingelheim and started the FWF/DFG basic research project “Larvalbrain 2.0” in cooperation with the Leipzig University and the RWTH Aachen.



Mit BrainTrawler untersuchte Geneffekte im Mausgehirn. Die räumliche Genexpression des Gens PKC-Delta ist in blau dargestellt: A) Primäre Expressionsorte: Auswirkung auf eine relevante Hirnregion, in der das Gen exprimiert wird (roter Kreis). B) Effekte zweiter Ordnung: Projektionen von/zu der relevanten Hirnregion (rote Kreise). C) Effekte höherer Ordnung: Projektionen von/zu den Effekten zweiter Ordnung (rote Kreise).

Effects of a gene in the mouse brain investigated using BrainTrawler. Spatial gene expression of the gene PKC-Delta is shown in blue: A) Primary expression sites: effect on a brain region of interest where the gene is expressed (red circle). B) Second-order effects: projections from/to the brain region of interest (red circles). C) Higher-order effects: projections from/to the second-order effects (red circles).



© VRVis, JOANNEUM RESEARCH, Imperial College London

Nach rund sieben Monaten Reise durchs All landete der NASA Mars-Rover „Perseverance“ am 18. Februar 2021 auf dem roten Planeten. Teil der Mission ist das VRVis-Visualisierungswerkzeug PRo3D, entwickelt in Kollaboration mit JOANNEUM RESEARCH. Mit PRo3D können 3D-Rekonstruktionen der Marsoberfläche virtuell erforscht und vermessen werden.

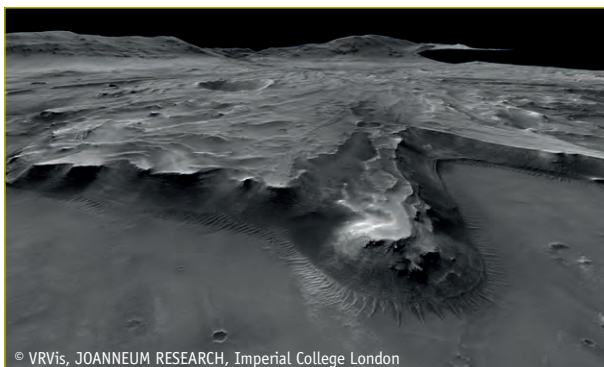
After about seven months of traveling through space, NASA's Mars rover "Perseverance" landed on the red planet on February 18, 2021. Part of the mission is the VRVis visualization tool PRo3D, developed in collaboration with JOANNEUM RESEARCH. With PRo3D, 3D reconstructions of the Martian surface can be virtually explored and measured.

Virtuelle Umgebung für die visuelle Analyse in der Planetenforschung

PRo3D, kurz für Planetary Robotics 3D Viewer, ist eine virtuelle Umgebung zur Unterstützung der Planetenwissenschaft. PRo3D ermöglicht eine **flüssige Navigation durch hochauflösende 3D-Rekonstruktionen von Planetenoberflächen**, die unser Partner JOANNEUM RESEARCH aus Orbiter- und Rover-Bildern generiert. **PRo3D bietet zahlreiche Annotations- und Messwerkzeuge für eine genaue geologische Interpretation** und ermöglicht es dem Wissenschaftsteam somit, diesen virtuellen Zwilling einer fernen Welt zu navigieren, zu erforschen, zu analysieren und zu annotieren. Letztendlich ermöglicht PRo3D den Forschenden die Durchführung ihrer wissenschaftlichen Anwendungsfälle, was regelmäßig zu Veröffentlichungen in geologischen Fachzeitschriften und auf internationalen planetenwissenschaftlichen Konferenzen führt. PRo3D richtet sich nach den Anforderungen des PanCam-Wissenschaftsteams der ESA und des Wissenschaftsteams der Mastcam-Z der NASA, welche die primären Wissenschaftskameras für die jeweiligen Missionen sind.

Das Hauptanwendungsgebiet von PRo3D ist die geologische Analyse. Mit Hilfe einer Vielzahl von Messwerkzeugen zur Rekonstruktion vergangener Bedingungen auf der Marsoberfläche werden Anzeichen von Leben, sogenannte Biosignaturen, gesucht. Wir erweitern PRo3D um Anwendungsfälle, wie die Charakterisierung von Landeplätzen, die wissenschaftliche Zielplanung, die Datenarchivierung oder die Analyse von Einschlagstellen für HERA, eine ESA/NASA-Mission zur Untersuchung der Ablenkungsstrategien von Asteroiden oder das Mars-DL-Projekt (siehe S. 30).

2020 gaben wir PRo3D als **Open-Source-Software** frei: <https://pro3d.space>. Dies hat großes Interesse in der wissenschaftlichen Community geweckt, insbesondere in Anbetracht der Mars-Landung des NASA-Rovers Perseverance im Februar 2021.



HiRISE-Rekonstruktion der Perseverance-Landestelle auf dem Mars, bearbeitet von JR und visualisiert in PRo3D.

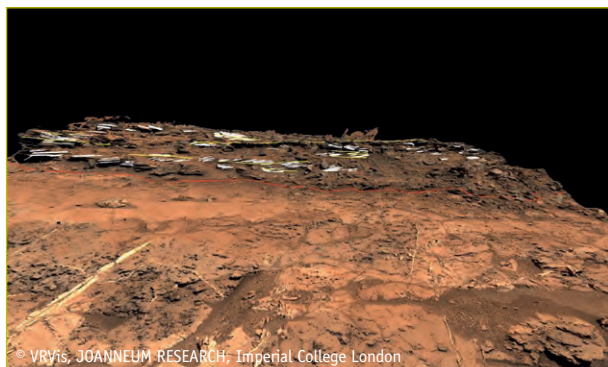
HiRISE reconstruction of the Perseverance landing site on Mars, processed by JR and visualized in PRo3D.

Virtual environment for visual analysis in planetary science

PRo3D, short for Planetary Robotics 3D Viewer, is a virtual environment supporting planetary science. It allows **fluent navigation through high-resolution 3D reconstructions of planetary surfaces**, which our partner JOANNEUM RESEARCH generates from orbiter and rover imagery. **PRo3D provides plenty of annotation and measurement tools for an accurate geologic interpretation** and therefore enables scientists to navigate, explore, analyze, and annotate this virtual twin of a remote world. Ultimately, PRo3D allows scientists to conduct their science use cases, which regularly leads to publications in geological journals and at planetary science conferences. PRo3D is driven by requirements from ESA's PanCam science team and the science team of NASA's Mastcam-Z, being the primary science cameras for the respective missions.

Therefore, PRo3D's main field of application is geological analysis via a variety of measurement tools to reconstruct ancient conditions on the Martian surface in search for signs of past life, so-called biosignatures. In addition, we extend PRo3D towards use cases such as landing site characterization, science target planning, data archiving, impact site analysis for HERA, a joint ESA/NASA mission to study asteroid deflection strategies, or the "Mars-DL" project (see p. 30).

In 2020, we released PRo3D as **open-source software** for public use and contribution available via <https://pro3d.space>. This sparked an immense interest in the scientific community, especially in consideration of the Mars landing of the NASA Rover Perseverance in February 2021.



Vorläufige geologische Interpretation eines Felsgesteins in der Shaler-Region auf dem Mars, durchgeführt mit PRo3D von unserem wissenschaftlichen Partner Imperial College London. Rekonstruktion durch JR, Aufnahmen von Curiosity.

Preliminary geological interpretation of an outcrop in the Shaler region on Mars, performed with PRo3D by one of our scientific collaborators from the Imperial College London. Reconstructions by JR, images by Curiosity.

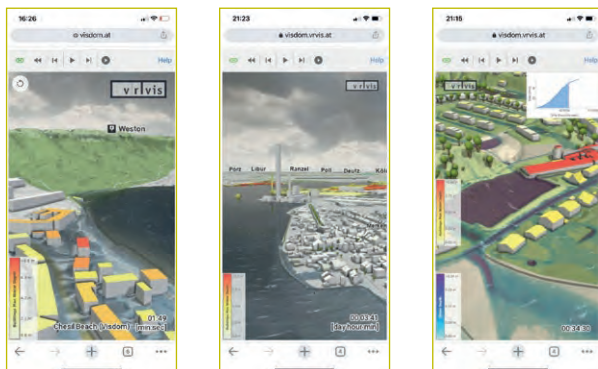
Starkregen- und Hochwasser- simulation als Service

Durch den Klimawandel treten immer öfter Extremwetterereignisse wie Hochwasser und Starkregen auf. Die Wasserfluten werden häufiger und heftiger. Unsere Software Visdom, die Simulation, Analyse und Visualisierung in nur einem Tool verbindet, unterstützt Anwenderinnen und Anwender bei der raschen Entscheidungsfindung. Und zwar in **einer Geschwindigkeit, die es am Markt bislang nicht gegeben hat**. Denn im Ernstfall kann die Möglichkeit, schnell alle Katastrophenschutzszenarien durchzuspielen, Leben retten.

Visdom eröffnet mittels einer **einfachen, intuitiven grafischen Oberfläche** die Möglichkeit, verschiedene Optionen rasch miteinander zu vergleichen: Wo genau sollen im Fall einer Überflutung Sandsackbarrieren aufgebaut werden, wie hoch müssen diese sein und wie viele Arbeitskräfte und LKWs benötige ich, um dies in einer bestimmten Zeit zu schaffen? Auf solche Fragen bietet Visdom eine Antwort. Eine **interaktive 3D-Visualisierung und gekoppelte GPU-Simulationen** (für Hochwasser, Starkregen, Kanalnetz, Evakuierung und Logistik) machen den Umfang und die Folgen von Extremwetterereignissen sehr deutlich und verständlich. Auf dieser Basis können im Vorhinein Schutzpläne verfasst werden, um ein erfolgreiches Krisenmanagement zu gewährleisten. Doch auch im Ernstfall ist Visdom ein bewährtes Hilfsmittel, denn erste verwertbare Ergebnisse sind je nach gewünschter Genauigkeit in wenigen Sekunden bis Minuten verfügbar.

Im vergangenen Jahr haben wir den **GEARViewer, ein umfangreiches Infrastruktur-Visualisierungs- und Planungstool, in Visdom** integriert. Die Benutzerin oder der Benutzer hat hier die Möglichkeit, selbst die Szenen aufzubauen und zu managen.

Demo-Videos von Visdom finden sich auf unserem YouTube-Kanal: youtube.com/vrvis



Visdom ist als Cloud-Service mit Fernzugriff über den Browser konzipiert.

Visdom has been designed as a cloud service with remote access via the browser.

Heavy rain and flood simulation as a service

Due to climate change, extreme weather events such as floods and heavy rainfall occur more and more regularly. Water floods are becoming more frequent and more violent. Our Visdom software, which combines simulation, analysis, and visualization in a single tool, supports users in making quick decisions. Moreover, it does so **at a speed that has never been seen before on the market**. Because in an emergency, the ability to quickly run through all possible disaster scenarios as well as disaster control measures can save lives.

Visdom provides a **simple, intuitive graphical interface** that allows comparing different options quickly: where exactly should sandbag barriers be built in case of flooding, how high should they be, and how many workers and trucks are needed to achieve this in a specific time frame? Visdom offers an answer to such questions. An **interactive 3D visualization and coupled GPU simulations** (for flood, heavy rain, sewerage, evacuation, and logistics) make the scope and consequences of extreme weather events very clear and understandable. On this basis, protection plans can be drawn up in advance to ensure successful crisis management. Visdom is also a proven tool in an emergency, as the first usable results are available within seconds to minutes, depending on the desired accuracy.

In addition, we have integrated the **GEARViewer, a comprehensive infrastructure visualization and planning tool, into Visdom**. Here, the user can build and manage the scenes himself and present them to an audience that does not only consist of domain experts.

Demo videos of Visdom can be found on our YouTube channel: youtube.com/vrvis



Planung eines neuen Fabrikgebäudes, bei dem die Bestandsdaten der Umgebung mit den lokalen Planungsdaten ersetzt wurden.

Design of a new factory building, replacing as-built data of the surrounding area with local design data.

VRVis-Spin-off Visplore GmbH macht komplexe Daten verständlich

Seit zwei Jahrzehnten forscht und entwickelt das VRVis visuelle Lösungen für datenbasierte Fragestellungen. Von dieser Visual Analytics-Expertise profitieren vor allem heimische Unternehmen. Das aus dem VRVis heraus gegründete Spin-off Visplore GmbH bietet nun ganz gezielt einen niederschweligen Zugang zu Big Data dank einer **Allround-Software-Lösung** zur Analyse von Zeitreihendaten.

Besonders im Industrie- und Energiesektor fallen große Datenmengen aus Maschinen, Sensoren und Simulationen an und sprengen oftmals die Kapazitäten bisher eingesetzter Programme. Für diese Datenmengen benötigt der Mensch visuelle Analyselösungen, die ihm als wertvolle Einstiegshilfe den Zugang zu den Daten erleichtern. Genau an dieser Stelle setzt die Visplore GmbH an und bietet mit der gleichnamigen Software ein Werkzeug, welches auch für Citizen Data Scientists **komplexe Zeitreihendaten durch visuelle und analytische Übersetzung verständlich** macht. Die Stärke von Visplore ist dabei, es seinen Anwenderinnen und Anwendern auf sehr niederschwellige Art zu ermöglichen, schneller und tiefer ins Wesen ihrer Daten vorzudringen, indem **vorkonfigurierte und sofort einsetzbare Analyseoberflächen** angeboten werden. Das Ergebnis ist eine, auch für Menschen ohne Data Science-Hintergrund, leicht handhabbare Software, die in Zukunft besonders KMUs den Einstieg in professionelle Datenanalyse ermöglichen soll. Bereits jetzt setzen 20 Unternehmen auf Visplore. Die Visplore GmbH schloss zu Beginn 2021 eine Finanzierungsrunde in der Höhe von 1 Mio. Euro mit dem renommierten europäischen Tech-Venture Capitalist btov ab.

Eine Basisversion der Software ist kostenlos auf der Visplore-Webseite www.visplore.com erhältlich, inklusive mehrerer Anwendungsbeispiele!



V.l.n.r.: VRVis-Geschäftsführer Gerd Hesina mit den Visplore GmbH-Gründern Harald Piringer und Thomas Mühlbacher.

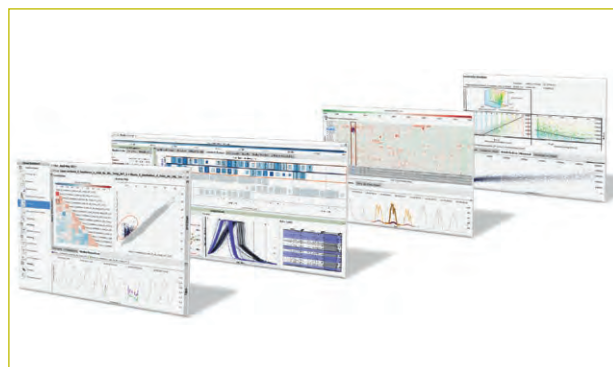
From left to right: VRVis CEO Gerd Hesina with Visplore GmbH founders Harald Piringer and Thomas Mühlbacher.

VRVis spin-off Visplore GmbH makes complex data understandable

For two decades, VRVis has been researching and developing visual solutions for data-based challenges. Domestic companies in particular benefit from this visual analytics expertise. The spin-off Visplore GmbH, which was founded out of VRVis, now specifically offers low-threshold access to big data thanks to an **all-round software solution** for the analysis of time series data.

Especially in the industrial and energy sector, large amounts of data from machines, sensors, and simulations accumulate and often exceed the capacities of previously used programs. For these data volumes, people need visual analysis solutions that provide valuable entry-level assistance to facilitate access to the data. This is exactly where the Visplore GmbH comes in. The Visplore software offers a tool that **makes complex time series data understandable** even for citizen data scientists through visual and analytical translation. The strength of Visplore is to enable its users in a very low-threshold way to penetrate faster and deeper into the essence of their data by offering **pre-configured and immediately usable analysis interfaces**. The result is a software that is easy to use, even for people without a data science background, which should enable SMEs, in particular, to get started with professional data analysis in the future. Already, 20 companies rely on Visplore. Visplore GmbH closed a 1 million euro funding round with the renowned European tech venture capitalist btov at the start of 2021.

A basic version of the software is available free of charge on the Visplore website www.visplore.com, including several application examples!



Mit vorkonfigurierten Dashboards erleichtert Visplore den Einstieg in die Datenanalyse.

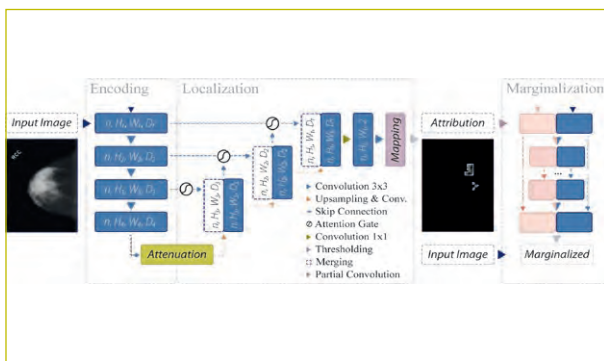
With pre-configured dashboards, Visplore makes it easy to get started with data analysis.

Künstliche Intelligenz für die Bildanalyse in Medizin und Produktion

Der Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI) zur Detektion, Segmentierung und Quantifizierung von Objekten sowie in der Objekt- und Bildklassifikation stand 2020 im Zentrum mehrerer COMET-Forschungsprojekte mit den Firmenpartnern AGFA Healthcare NV (Zweigniederlassung Österreich) und AGFA NV (Belgien). GE Healthcare und RHI Magnesita sind als neue Firmenpartner in diesem Bereich hinzugekommen.

Ziel der Forschungsk Kooperationen im Medizinbereich ist die **Verbesserung und Beschleunigung bildbasierter diagnostischer Workflows mittels Künstlicher Intelligenz sowie der Entwicklung von KI-Methoden zur Verbesserung der Bildakquise und Visualisierung** für medizinische Anwendungen, wie die Detektion von krankhaften Veränderungen der Lunge oder der weiblichen Brust, die Segmentierung von Tumordaten auf Basis multimodaler Bilder sowie die pränatale Diagnostik mit Ultraschall. Der besondere Forschungsschwerpunkt auf **KI-gestützte, erklärbare Bilddiagnostik** führte 2020 zu mehreren Publikationen und Patenteinreichungen, die einen wichtigen Beitrag zur Akzeptanz und Sicherheit von Künstlicher Intelligenz für klinische Anwendungen bilden.

Neu hinzugekommen ist 2020 das Forschungsthema **KI und bildbasierte Qualitätssicherung in der Produktion**. Im Rahmen der im Jahr 2020 laufenden COMET-Projekte entwickelte VRVis gemeinsam mit seinen Partnern in diesem Bereich sowohl grundlegende Deep Learning-Techniken als auch anwendungsspezifische Lösungen.



Attributions-Framework für vertrauenswürdige KI-gestützte Bilddiagnostik.

Attribution framework for trustworthy AI-assisted image diagnostics.

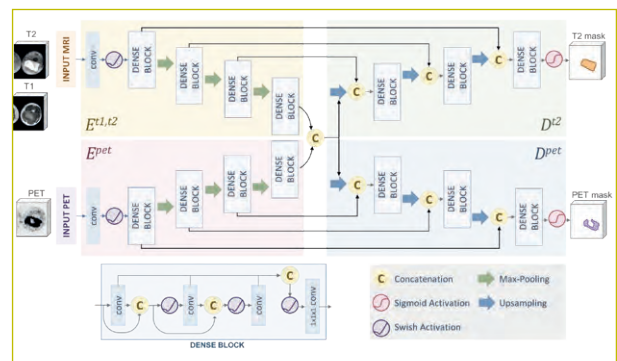
Image from D. Lenis, D. Major, M. Wimmer, A. Berg, G. Sluiter, and K. Bühler, "Domain Aware Medical Image Classifier Interpretation by Counterfactual Impact Analysis," in *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2020*, vol. 12261, no. 10, Cham: Springer, Cham, 2020, pp. 315–325.

Artificial intelligence for image-based decision making in medicine and manufacturing

In 2020, the use of artificial intelligence (AI) for the detection, segmentation, and quantification of objects, as well as object and image classification, was the focus of several COMET research projects with the company partners AGFA Healthcare NV (Austria branch) and AGFA NV (Belgium). GE Healthcare and RHI Magnesita joined this research field as new company partners.

The goal of our research collaborations in the medical field is to **improve and accelerate image-based diagnostic workflows using AI as well as to develop AI methods to improve image acquisition and visualization** for medical applications, such as the detection of changes in the lungs or the female breast, the segmentation of tumor data based on multi-modal images, and prenatal diagnostics with ultrasound. The research focus on **AI-assisted explainable image diagnostics** led to several publications and patent submissions in 2020, which form an important contribution to the acceptance and safety of AI for clinical applications.

A new addition in 2020 is the research topic **AI and image-based quality assurance in production**. Within the framework of the 2020 COMET projects, VRVis was developing both basic deep learning techniques and application-specific solutions together with its partners.



KI-basierte Segmentierung multimodaler Tumordaten.

AI-based segmentation of multi-modal tumor data.

Image from T. Neubauer, M. Wimmer, A. Berg, D. Major, D. Lenis, T. Beyer, J. Saponjski, and K. Bühler, "Soft Tissue Sarcoma Co-segmentation in Combined MRI and PET/CT Data," *ML-CDS/CLIP/MICCAI*, vol. 12445, no. 6, pp. 97–105, 2020.

Militärische Einsatzplanung in kollaborativen virtuellen Umgebungen

Virtuelle geografische Umgebungen sind in vielfältigen Anwendungsgebieten wie Flugsimulation, Weltraumforschung, Katastrophen- und Stadtplanung etabliert. Diese Setups bieten den Vorteil, dass sie ein „echtes“ Terrain-, Blickfeld- und 3D-Interaktions-Erlebnis durch VR ermöglichen, was viele neue Optionen für den Bereich der Missionsplanung schafft, wo die Planung taktischer und strategischer Operationen nach wie vor hauptsächlich mit nicht-digitalen Hilfsmitteln wie Landkarten aus Papier und Sandkästen durchgeführt wird. Diese analogen Methoden vermitteln jedoch weder Einblicke in Sichtweiten, relative Höhen und Entfernungen, noch können sie ein ganzheitliches Erlebnis der Realumgebung bieten. Um diese Limitierungen zu überwinden, entwickelte VRVis zusammen mit dem Institut für Militärisches Geowesen des Österreichischen Bundesheeres ein **Multi-User-Virtual-Reality-System für kollaborative taktische Analysen, Missionsplanung sowie -präsentation**. Mittels auf Gelände-, Layer- und GIS-Meta-Daten basierenden 3D-Umgebungen ermöglicht die sogenannte „milGeoCoopSandbox“ eine **kollaborative und immersive Missionsplanung, indem sie eine verbundene VR- und Desktop-Version anbietet, die auf unterschiedliche Benutzerrollen und alternative Planungsphasen zugeschnitten ist**. Dabei können VR- und Desktop-Anwenderinnen und -Anwender u.a. auf individuellen Layern das Terrain mit Annotationen versehen, z.B. mit Standard-NATO-Markern, 3D-Zeichnungen, Linien, Polygonen und Points of Interest, und darüber hinaus die geplanten Manöver unmittelbar in der VR-Umgebung durchspielen, was den gesamten Missionsplanungs- und Entscheidungsprozess verbessert und beschleunigt.

Military mission planning in collaborative virtual environments

Virtual geographical environments are well-established in various applications such as flight simulation, space exploration, disaster planning, and urban design. These setups have the advantage of providing a “real life” experience of terrain, line of sight, and 3D interaction through VR, which offers many new possibilities for the field of mission planning. Until now, planning tactical and strategical operations on a terrain was mainly conducted with non-digital equipment like paper maps and sand tables. These analog approaches not only lack insights on visibility, relative heights, and distances but also cannot offer a holistic experience of the real-world environments. To tackle these limitations, VRVis developed together with the Institute of Military Earth Sciences of the Austrian Armed Forces a **multi-user virtual reality system using geographical terrain data to support collaborative tactical analysis and planning and presenting military missions in one tool**. Using 3D environments based on terrain data, layer data, and GIS metadata, the so-called “milGeoCoopSandbox” enhances the collaborative aspect of mission planning by **offering a connected VR and desktop version, tailored to different user roles and alternative planning phases**. VR and desktop users can add annotations to the terrain, e.g., standard NATO markers, 3D drawings, lines, polygons, and interest points, and immediately run through the planned scenarios in the VR environment, which improves and accelerates the whole mission planning and decision-making process.



Das Terrain kann im Rahmen der kollaborativen Missionsplanung sowohl vom Desktop-User sowie im VR-Environment annotiert werden.

During the collaborative mission planning process, the terrain can be annotated by the desktop user as well as in the VR environment.



© Bundesheer/Daniel Trippolt

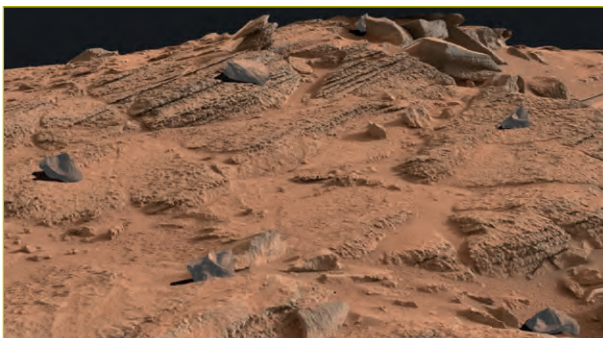
Verteidigungsministerin Klaudia Tanner testet die VR-Anwendung bei ihrem Besuch der 3. Jägerbrigade im Mai 2021.

Minister of Defense Klaudia Tanner tests the VR application during her visit to the 3rd Jägerbrigade in May 2021.

Simulation von Trainingsdaten für ein Deep Learning-System

Bei Rover-Missionen zum Mars ist die **Identifizierung vielversprechender wissenschaftlicher Ziele eine entscheidende Aufgabe der Planetenforscherinnen und -forscher**. Sie bestimmen die Orte, die ein Rover aufsuchen wird, um sich diese genauer anzusehen, diverse Messungen durchzuführen und eventuell Proben zu entnehmen. Es wäre ein großer Vorteil, wenn Rover wissenschaftliche Ziele autonom identifizieren könnten, um das Wissenschaftsteam bei strategischen Entscheidungen zu unterstützen. Dies könnte wissenschaftliche Entdeckungen steigern und helfen, interessante Merkmale auf der Oberfläche nicht zu übersehen.

Das von JOANNEUM RESEARCH geleitete Projekt „Mars-DL“ untersucht in Zusammenarbeit mit VRVis, SLR Engineering und dem Naturhistorischen Museum Wien, ob dieses Ziel durch ein **Deep Learning (DL)-System** erreicht werden kann. Dieses benötigt große Mengen an Trainingsdaten, um zuverlässig zu arbeiten. Da diese Datenmenge aus vergangenen und laufenden Rover-Missionen nicht zur Verfügung steht, muss sie simuliert werden. **Hierfür erweiterten wir PRo3D, unseren Viewer für die geologische Interpretation von Rekonstruktionen der Marsoberfläche (siehe S. 25), um automatisch Trainingsbilder zu rendern.** Das System wurde auf Strahlenkegel (SK) trainiert, die durch Asteroideneinschläge entstehen. Verschiedene SK-Modelle werden automatisch auf einer vorausgewählten Marsoberfläche mit unterschiedlichen Größen und Ausrichtungen positioniert. Um sich perfekt in die Szene einzufügen, werden sie farblich angepasst, werfen einen Schatten und werden aus derselben Beleuchtungsrichtung wie die Oberfläche schattiert. PRo3D wird mit einem Skript gesteuert, um automatisch eine Vielzahl von Bildern aus verschiedenen Blickwinkeln zu rendern. Masken und Tiefenbilder ergänzen die Trainingsdaten.



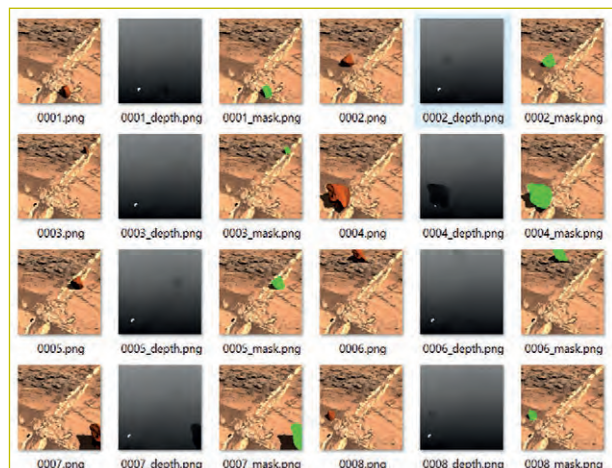
Automatisch positionierte und korrekt schattierte Strahlenkegel auf einer Marsoberfläche.

Automatically positioned and correctly shaded shatter cones on a Martian surface.

Simulating training data for deep learning

During rover missions to Mars, **identifying promising scientific targets is a crucial task carried out by planetary scientists**. They determine locations a rover will visit to take a closer look, perform diverse measurements and eventually take probes. It would be a great advantage if rovers can identify scientific targets autonomously, supporting scientists with strategic decision-making. This should increase the overall scientific discoveries and help to avoid overlooking interesting features on the surface.

The project “Mars-DL” led by JOANNEUM RESEARCH investigates in collaboration with VRVis, SLR Engineering, and the Natural History Museum Vienna if this goal can be achieved by a **deep learning (DL) system**. Such a system needs huge amounts of training data to work reliably. Due to the unavailability of this amount of data from past and current rover missions, it needs to be simulated. This was the task of VRVis in this project. **We extended PRo3D, our viewer for the exploration and geologic interpretation of planetary surface reconstructions (see p. 25), to automatically render training images.** It was decided to train the system to detect Shatter Cones (SC), which are created by asteroid impacts. Different SC models are positioned automatically on a chosen Martian surface area with varying sizes and orientations. To perfectly blend into the scene, they are color adjusted, cast a shadow onto the surface, and are shaded from the same illumination direction as the surface. PRo3D is controlled with a script to automatically render plenty of images from different viewpoints. It can also generate masks and depth images, which are also necessary for training.



Simulierte Trainingsbilder inklusive Depth Maps und Masken.

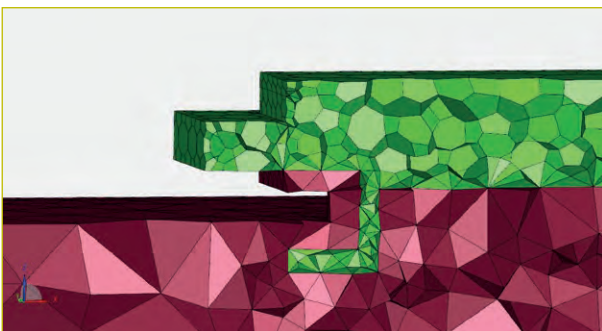
Simulated training images including depth maps and masks.

Interaktive Visualisierung und beschleunigte Workflows für den Umgang mit komplexen Daten

Das Projekt „Workflows“ beschäftigt sich mit der **visuellen Analyse von Simulationsergebnissen, Simulationsembles und Kohortendaten**. Unser Ziel ist es, mittels Visual Computing beispielsweise Domänenexpertinnen und -experten der Automobilbranche durch den gesamten Workflow hindurch zu unterstützen – von der Modellierung über die Simulation und Messung bis hin zur Analyse und Präsentation der Ergebnisse.

2020 haben wir zur Optimierung der Modellierungsphase des Workflows an der Kombination von tetraedrischen Netzen mit polyedrischen Netzen zu sogenannten Hybridnetzen gearbeitet. Die größte Herausforderung besteht hier darin, Übergangszellen für die verschiedenen topologischen Anordnungen benachbarter Regionen zu finden. Weiters haben wir eine anpassungsfähige Randschicht implementiert, die es erlaubt, die Anzahl der Schichten in Abhängigkeit von der gegebenen Geometrie zu verändern, um bessere Ergebnisse für komplexe Geometrien zu erzielen.

Wir konzentrieren uns mehr und mehr auf das **web-basierte Monitoring für Simulation und Messung**. Unser Echtzeit-Simulations-Monitoring-Tool, das auch komplexe 3D-Simulationen unterstützt, kann nun von einem Webbrowser aus gestartet werden. Darüber hinaus erforschen wir neue Wege, wie interaktive visuelle Exploration und Analyse bei der **Untersuchung hochdimensionaler, komplexer Daten aus der Geräuschsimulation** im Kontext widersprüchlicher Designkriterien eine wesentliche Hilfe sein können. Unser Schwerpunkt liegt derzeit auf der NVH-Simulation (Noise, Vibration, Harshness), die sich mit Körperschall befasst. Dabei verfolgen wir einen interaktiven visuellen Analyse-Ansatz, der Erfahrung und Intuition der Fachleute in die Geräuschquellen-Identifizierung miteinbezieht.



Die neu entwickelte hybride Vernetzung kombiniert polyedrische mit tetraedrischen Netzen.

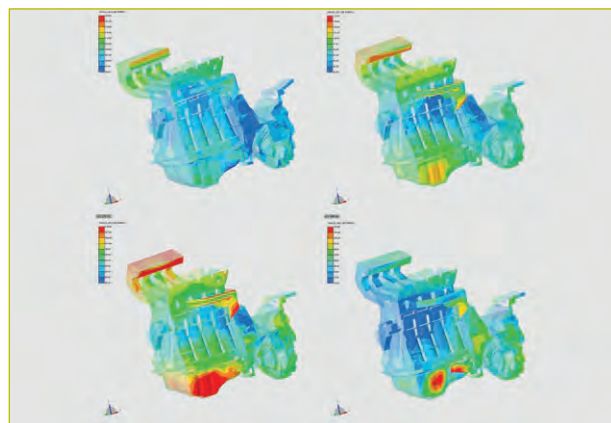
The newly developed hybrid meshing combines polyhedral with tetrahedral meshing.

Interactive visualization and enhanced workflows for complex data

For many years now, we have developed visual analysis solutions to **accelerate the work with simulation results, simulation ensembles, and cohort data** within the “Workflows” project. Our goal is to support domain experts, for instance, from the automotive industry, throughout the entire workflow by means of visual computing – from modeling, via simulation and measurement, up to analysis and presentation of results.

In 2020, we worked on combining tetrahedral meshes with polyhedral meshes to so-called hybrid meshes to optimize the workflow’s modeling phase. The main challenge here is to find transition cells for the various topological arrangements of neighboring regions. Also, we have implemented an adaptable boundary layer that allows changing the number of layers with respect to given geometry and produces better results for complex geometries.

Following the recent trends, we focus more and more on **web-based monitoring for simulation and measurement**. Our real-time simulation-monitoring tool that also supports complex 3D simulations can be started from a web browser now. Furthermore, we initiated research on how interactive visual exploration and analysis can significantly help **manage high-dimensional, complex data from noise simulation** in the context of conflicting design criteria. Currently, we focus on NVH (Noise, Vibration, Harshness) simulation that deals with structure-borne noise, i.e., noise from vibrating mechanical parts, with a focus on interactive visual analysis that enables the engineers to bring in their experience and intuition for the quick identification and analysis of significant noise sources.



Die Geräuschpegel verschiedener Frequenzen werden durch Farben dargestellt. Motorverformungen, die die Geräusche verursachen, sind zur besseren Erkennbarkeit übertrieben dargestellt.

Noise levels at different frequencies are shown by colors. Engine deformations that cause the noise are deliberately exaggerated to be easily noticed.

Visual Analytics für Klimadaten

Das Arbeiten mit Betriebsdaten aus der Industrie sowie die Analyse und das Verstehen von Wetter- und Klimadaten basieren auf ähnlichen Prinzipien. In beiden Fällen werden kontinuierlich über die Zeit Daten aus Sensoren (z.B. Temperatursensoren, Drucksensoren) aufgezeichnet, und in beiden Fällen wachsen die verfügbaren Datenmengen stetig an. Die Forschungsprojekte „En2VA“ und „Analysis++“ haben zum Ziel, komplexe Zusammenhänge in Industrie- und IoT-Daten visuell erfassbar zu machen.

Es war daher naheliegend, die neu entwickelten Visual Analytics-Methoden auch für die Analyse von Klimadaten einzusetzen. Um das Anwendungspotenzial aufzuzeigen, wurde eine Vergleichsanalyse zwischen den **Zeitreihen von typischen meteorologischen Jahren** (Typical Meteorological Year - TMY) an ausgewählten Standorten in Europa mit aktuellen Wetterdaten gestartet. Die Zeitreihen der Klimamodelle der typischen meteorologischen Jahre werden aus den Wetterdaten vergangener Jahre gerechnet. Die TMY-Daten sind eine wichtige Grundlage beispielsweise zur Berechnung des Energiebedarfs von Neubauten. Mit unseren Visual Analytics-Methoden konnten wir bereits bekannte Probleme der TMY-Daten noch genauer aufzeigen und aufbereiten. Durch die Mittelung über mehrere Jahre fehlen in den Daten die Extremwerte – die Tageshöchsttemperaturen in den aktuellen Daten sind zum Beispiel höher als jene in den TMY-Daten.

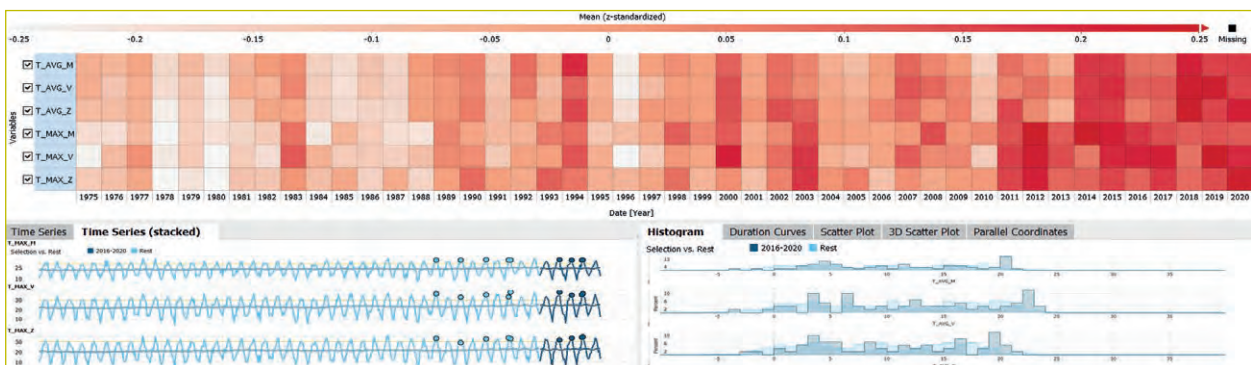
Die Rolle von **Visual Analytics in der Analyse von Klima- und Wetterdaten** wird in Zukunft eine noch größere sein, da nur so die komplexen Zusammenhänge in ihrer Gesamtheit erfasst werden können.

Visual analytics for climate data

Working with operational data from industry and analyzing and understanding weather and climate data are based on similar principles. In both cases, data from sensors (e.g., temperature sensors, pressure sensors) is continuously recorded over time, and in both cases, the available data volumes are constantly growing. The research projects “En2VA” and “Analysis++” aim to make complex correlations in industrial and IoT data visually comprehensible.

Therefore, it was obvious to use the newly developed visual analytics methods for the analysis of climate data as well. To demonstrate the potential for application, a comparative analysis was started between the **time series of Typical Meteorological Years** (TMY) at selected locations in Europe and current weather data. The time series of the climate models of the typical meteorological years are calculated from the weather data of past years. The TMY data are an important basis, for example, for calculating the energy requirements of new buildings. With our visual analytics methods, we were able to identify already known problems of the TMY data even more precisely. Due to the averaging over several years, the extreme values are missing in the data – for example, the daily maximum temperatures in the current data are higher than those in the TMY data.

The role of **visual analytics in the analysis of climate and weather data** will become even greater in the future, as this is the only way to capture the complex relationships in their entirety.



Analysis of long-term data: The colorful visualization of the average temperatures of three European cities (Vienna, Munich, Zurich) shows a clear trend towards higher (red) temperatures.

Analysis of long-term data: The color visualization of the average temperatures of three European cities (Vienna, Munich, Zurich) shows a clear trend towards higher (red) temperatures.

Wassersensible Bauplanung im Zeichen des Klimawandels

Starkregenereignisse haben in den letzten Jahren zugenommen. Klimaprognosen deuten darauf hin, dass sich dieser Trend fortsetzen wird. Dadurch wird der nachhaltige **Umgang mit großen Regenwassermengen in der Architektur und Bauplanung** immer wichtiger, denn Starkregenereignisse können nicht mehr allein durch Abwassersysteme bewältigt werden. Eine Kombination mit wassersensiblen Gestaltungselementen ist erforderlich, um den natürlichen Wasserkreislauf nachahmen zu können.

Unsere simulationsbasierte Modellierungssoftware Visdom unterstützt Bauplanerinnen und Bauplaner bei der **Gestaltung wassersensibler Infrastruktur**. Sie können aus einer Vielzahl von Modellierungselementen wählen, darunter Rückhaltebecken, Gründächer, Versickerungsflächen oder Drainagesysteme. Die Wirksamkeit der gewählten Entwürfe wird unter verschiedenen zukünftigen Regenszenarien bewertet. Dabei berechnet unser Simulator Szenarien on-the-fly, sodass alternative Entwürfe getestet und verglichen werden können, ohne den Arbeitsfluss zu unterbrechen.

Die Ergebnisse werden in einer 3D-Visualisierung dargestellt, die alle relevanten Informationen über Wasserströme und Risiken vermittelt. Unsere Visualisierung unterstützt Planungsteams nicht nur bei der Analyse ihrer Entwürfe, sondern auch bei der Kommunikation mit Entscheidungsträgern. Visdom ist als **Cloud-Service mit Fernzugriff über den Browser** konzipiert. Dies vereinfacht die Kommunikation zwischen den verschiedenen Beteiligten erheblich, indem Web-Links herumgeschickt werden können und alle die Möglichkeit haben, die 3D-Ergebnisse im Browser zu erkunden.

Water-sensitive construction planning in the face of climate change

The frequency of heavy rain events has increased in recent years. Climate projections indicate that this trend is likely to continue, making the **sustainable management of large rainwater volumes increasingly important in architecture and construction planning**. Hereby, the following applies: heavy rain events can no longer be managed by wastewater systems alone, a combination with water-sensitive design elements is needed which mimic the natural water cycle.

Our simulation-based modeling software Visdom supports construction planners in the **design of water-sensitive infrastructure**. Planners can choose from a rich set of modeling features, including retention basins, green roofs, infiltration areas, or drainage systems. The effectiveness of chosen designs is evaluated under different future rain scenarios. Hereby, our simulator computes scenarios on the fly, making it possible to test and compare alternative designs without interrupting the user's workflow.

All results are presented in a 3D visualization which conveys all relevant information about water flows and risks. Our visualization supports planners not only in analyzing their designs but also in communicating them to decision-makers. Visdom has been designed as a **cloud service with remote access via the browser**. This greatly simplifies the communication between different stakeholders by being able to send around web links to enable everyone to explore the 3D results in the browser.



Simulation der Retentionswirkung von geplanten Feuchtgebieten auf einem städtischen Grundstück unter Verwendung einer hohen Rasterauflösung von 25 cm.

Simulation of the retention effects of planned wetlands at an urban property using a high raster resolution of 25 cm.



Verfolgung und Visualisierung der zu- und abfließenden Wassermengen entlang der Grenzen eines städtischen Grundstücks während eines Starkregenereignisses.

Tracking and visualizing in- and outflow water volumes along the borders of an urban property during a heavy rain event.

Data Science für die Lebenswissenschaften

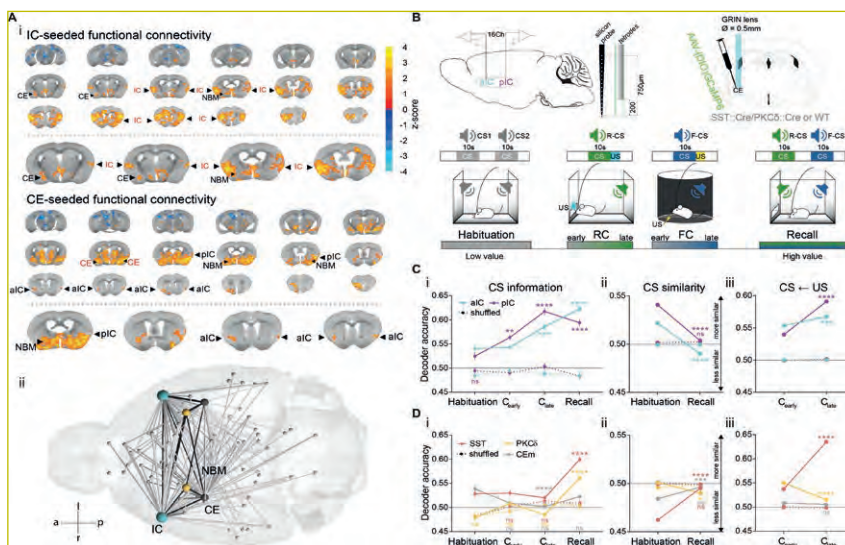
Die Forschung in den Lebenswissenschaften basiert heute auf sehr komplexen und heterogenen Daten. Die Integration dieser Daten, sowie die Möglichkeit, sie in ihrem Gesamtkontext zu analysieren, ist eine der großen Herausforderungen, mit der Forschende in den Life Sciences tagtäglich konfrontiert sind. 2020 entwickelte VRVis sowohl **Data Science-Methoden als auch Plattformen zur Integration und Analyse von Daten** (siehe Brain*, S. 23).

Im Rahmen der Kooperation mit dem Institut für Molekulare Pathologie (IMP) in Wien wurde gemeinsam mit Wulf Haubensak und seinem Team anhand von Mäusen die neuronale Grundlage für intuitive Entscheidungen erforscht. Das VRVis übernahm in diesem Projekt die **Computational Neuroscience/Data Science-Arbeit und entwickelte maßgeschneiderte Lösungen zur Analyse der großen Datenmengen**. Der Einsatz von Methoden des Machine Learning und der Informationstheorie (Transferentropie) war wesentlich, um die relevanten Informationen aus den großen Datenmengen zur neuronalen Aktivität herauszuarbeiten. Auf dieser Basis wurde die kommunikative Brücke zwischen Amygdala und Inselrinde identifiziert, die für affektives beziehungsweise emotionales Lernen zuständig ist. Dadurch konnte entschlüsselt werden, wie der affektive Wert, also die emotionale Bedeutung, im neuronalen Aktivitätsmuster dieses Netzwerks zustande kommt. Die Forschungsarbeit wurde Ende 2020 im renommierten wissenschaftlichen Journal eLife veröffentlicht.

Data science for life sciences

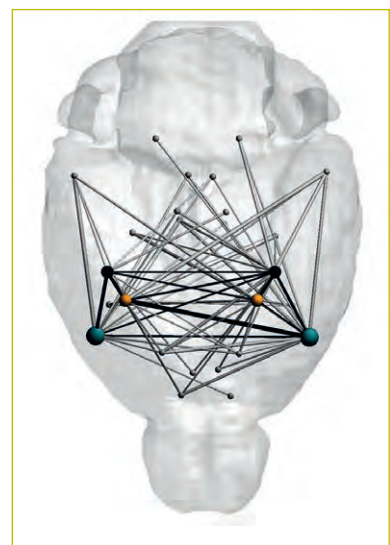
Today, research in the life sciences is increasingly based on very complex and heterogeneous data. The integration of this data and the possibility to analyze it in its overall context is one of the major challenges facing researchers in the life sciences today. In 2020, VRVis developed **novel data science methods as well as platforms for the integration and analysis of such data** (see also Brain*, p. 23).

In the context of our cooperation with the Institute of Molecular Pathology (IMP) in Vienna and a team led by IMP group leader Wulf Haubensak, we investigated the neuronal basis for intuitive decisions. VRVis was responsible for the **computational neuroscience/data science work in this project and developed tailored solutions for the computational analysis of large amounts of data**. The use of machine learning and information theory methods (transfer entropy) was essential to extract relevant information from the large amounts of neural activity data. On this basis, the communicative bridge between the amygdala and the insular cortex, which is responsible for affective or emotional learning, was identified. This made it possible to decipher how the affective value, i.e., the emotional meaning, comes about in the neuronal activity pattern of this network. The research work was published 2020 in the renowned scientific journal eLife.



Komplexe Datenanalyse zur Erforschung des „Bauchgefühls“ bei Entscheidungen.

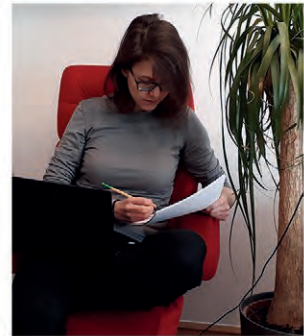
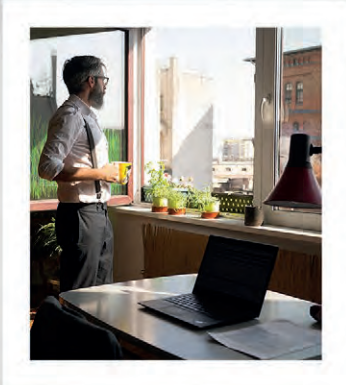
Complex data analysis exploring the “gut feeling” in decision making.



Die neuronale Basis des Bauchgefühls: Neuronale Schleife zwischen der Amygdala (schwarz), dem basalen Vorderhirn (gelb) und der Inselrinde (cyan).

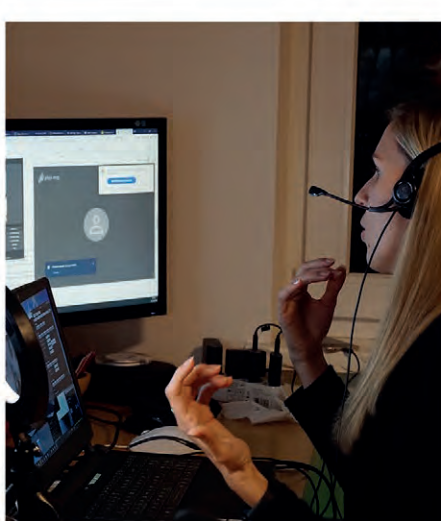
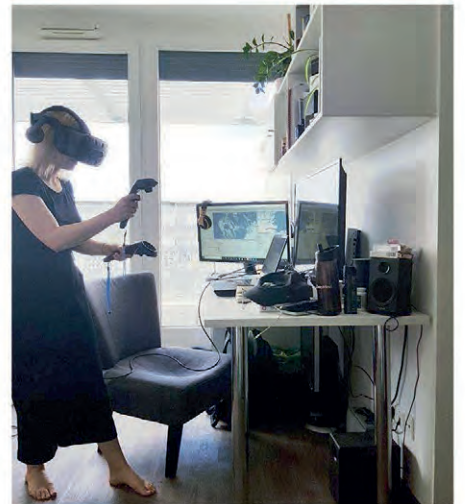
Neuronal basis of the gut feeling: neuronal loop between the amygdala (black), basal forebrain (yellow) and the insular cortex (cyan).

Image from eLife 2020;9:e60336 DOI: 10.7554/eLife.60336



Das VRVis verlagerte
den Forschungsbetrieb
im Jahr 2020 ins
Homeoffice.

*VRVis moved its research
activities to the
home office in 2020.*



Bilanz zum 31. Dezember 2020

Balance sheet as of 31st December 2020

AKTIVA		ASSETS		in EURO 2020	in EURO 2019
A. ANLAGEVERMÖGEN		FIXED ASSETS			
I.	Immaterielle Vermögensgegenstände	Intangible fixed assets			
	1. Konzessionen, gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte und Vorteile, sowie daraus abgeleitete Lizenzen			53.080,16	51.130
II.	Sachanlagen	Tangible fixed assets			
	1. andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung			247.584,36	253.043
III.	Finanzanlagen	Financial assets			
	1. Beteiligungen an Kapitalgesellschaften			6.300,00	0
				306.964,52	304.173
B. UMLAUFVERMÖGEN		CURRENT ASSETS			
I.	Vorräte	Inventories			
	1. noch nicht abrechenbare Leistungen			72.664,90	0
II.	Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände	Accounts receivable and other assets			
	1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen			1.230.299,25	567.925
	2. sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände			592.085,00	530.144
				1.822.384,25	1.098.069
III.	Kassenbestand, Guthaben bei Kreditinstituten	Cash on hand and credit balance at banks			
	1. Kassenbestand			1.851,24	2.155
	2. Guthaben bei Kreditinstituten			2.408.771,39	1.309.860
				2.410.622,63	1.312.105
C. RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN		ACCRUED INCOME			
	Aktive Rechnungsabgrenzung			11.474,83	0
SUMME AKTIVA		TOTAL ASSETS		4.624.111,13	2.714.257
PASSIVA		LIABILITIES			
A. EIGENKAPITAL		EQUITY CAPITAL			
I.	Nennkapital	Nominal capital			
	1. Stammkapital			35.000,00	35.000
II.	Kapitalrücklagen	Capital reserves			
	1. nicht gebundene Kapitalrücklagen			118.400,00	118.400
III.	Bilanzgewinn	Net profit			
	1. davon Gewinnvortrag EUR 862.817,35			905.845,43	862.817
				1.059.245,43	1.016.217
B. INVESTITIONSZUSCHÜSSE		INVESTMENT GRANTS			
	Investitionszuschüsse			160.006,54	191.122
C. RÜCKSTELLUNGEN		ACCRUALS			
	1. Rückstellungen für Abfertigungen			236.262,44	244.301
	2. sonstige Rückstellungen			264.204,78	194.322
				500.467,22	438.624
D. VERBINDLICHKEITEN		ACCOUNTS PAYABLE			
	1. erhaltene Anzahlungen auf Bestellungen			2.249.565,25	291.907
	2. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen			307.849,19	482.822
	3. sonstige Verbindlichkeiten			145.227,50	148.899
	davon aus Steuern 53.490,08				
	davon im Rahmen der sozialen Sicherheit 91.737,42				
				2.702.641,94	923.627
E. RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN		DEFERRED INCOME			
	Passive Rechnungsabgrenzungsposten			201.750,00	144.667
SUMME PASSIVA		TOTAL LIABILITIES		4.624.111,13	2.714.257

Gewinn- und Verlustrechnung 1. Jänner bis 31. Dezember 2020

Profit and loss statement 1st January to 31st December 2020

		Jahr/Year 2020 in EURO	2019 in EURO
1. Umsatzerlöse	Revenue		
Erlöse COMET		5.185.360,16	5.400.159
Erlöse Non-COMET		983.751,42	1.131.775
		6.169.111,58	6.531.934
2. Veränderungen des Bestandes an noch nicht abrechenbaren Leistungen	Changes in inventories not yet invoiced	72.664,90	-31.077
3. Sonstige betriebliche Erträge	Other operating income		
übrige Erträge inkl. Erträge aus der Auflösung von Rückstellungen		505.149,87	460.865
4. GESAMTLEISTUNG (Z1. bis 3.)	TOTAL INCOME (Pos1. to 3.)	6.746.926,35	6.961.722
5. Aufwendungen für Material u. sonstige bezogene Herstellungsleistungen	Expenses for materials and other purchased manufacturing services	-1.819.771,76	-1.873.739
6. Personalaufwand	Employee costs		
a) Gehälter		-3.222.806,97	-3.053.232
b) Aufwendungen für Abfertigungen/Zuweisungen zur Abfertigungsrückstellung		8.038,88	-26.770
c) Aufwendungen f. Sozialabgaben u. v. Entgelt abhängige Abgaben u. Pflichtbeiträge		-909.546,05	-889.829
d) sonstige Sozialaufwendungen		-29.399,15	-52.628
		-4.153.713,29	-4.022.459
7. Abschreibungen	Depreciation		
a) Abschreibungen auf immaterielle Gegenstände des Anlagevermögens sowie Sachanlagen		-121.203,69	-100.564
8. Sonstige betriebliche Aufwendungen	Other operating expenses		
a) Steuern, soweit sie nicht unter Steuern v. Einkommen u. Ertrag fallen		-7.017,32	-6.422
b) übrige betriebliche Aufwendungen		-600.442,21	-662.137
		-607.459,53	-668.559
9. BETRIEBSERGEBNIS (Z4. bis 8.)	OPERATING PROFIT (Pos4. to 8.)	44.778,08	296.401
10. Sonstige Zinsen und ähnliche Erträge	Other interest and similar income	0,00	0
11. Zinsen und ähnliche Aufwendungen	Interest and financial costs	0,00	0
12. Zwischensumme aus Z10. bis 11. (Finanzergebnis)	Subtotal from Pos10. to 11. (Financial result)	0,00	0
13. ERGEBNIS DER GEWÖHNLICHEN GESCHÄFTSTÄTIGKEIT (Z9. plus 12.)	EARNINGS BEFORE TAXES (Pos9. plus 12.)	44.778,08	296.401
14. Steuern von Einkommen und Ertrag	Income taxes	-1.750,00	-1.750
15. JAHRESERGEBNIS (Z13. bis 14.)	ANNUAL NET PROFIT (Pos13. to 14.)	43.028,08	294.651

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

Förderorganisationen

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

COMET-Partner

Im Rahmen des COMET-Förderprogramms werden gemeinsam mit Wissenschafts- und Industriepartnern Forschungsprojekte durchgeführt. Dabei werden Synergieeffekte bei unternehmensübergreifenden Projekten genutzt, ebenso wie auf unsere Grundlagenforschung aufgebaut wird. COMET-Partner sind zugleich Mitglieder des VRVis Trägervereins, dem Eigentümer von VRVis, und können so unter anderem auf die Auswahl zukünftiger Forschungsthematiken Einfluss nehmen.

Community-Partner

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

Förderorganisationen

- ❑ Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG)
- ❑ Wirtschaftsagentur Wien. Ein Fonds der Stadt Wien.
- ❑ Das Land Steiermark (Abteilung 12, Referat Wirtschaft und Innovation)
- ❑ Steirische Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH (SFG)

Vereinsmitglieder

Wissenschaftspartner

- ❑ AIT Austrian Institute of Technology GmbH
- ❑ JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
- ❑ Medizinische Universität Wien
- ❑ Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

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

Funding organizations

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

COMET partners

Within the framework of the COMET funding program, research projects are carried out together with scientific and industrial partners. Synergy effects are used in cross-company projects as well as in our basic research. COMET partners are also members of the VRVis organization, the owner of VRVis, and are thus able to influence, among other things, the selection of future research topics.

Community partners

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

Funding organizations

- ❑ Das Land Tirol
- ❑ Standortagentur Tirol
- ❑ Der Wissenschaftsfonds (FWF)
- ❑ Wiener Wissenschafts-, Forschungs- und Technologiefonds (WWTF)
- ❑ Europäische Kommission

Members of the association

Scientific partners

- ❑ TU Wien – Institute of Visual Computing and Human-Centered Technology
- ❑ TU Wien – Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management

Wissenschaftspartner

- ❑ TU Wien – Institute of Statistics and Mathematical Methods in Economics
- ❑ TU Wien – Institute of Geodesy and Geoinformation
- ❑ TU Graz – Institute for Computer Graphics and Vision

Unternehmenspartner

- ❑ AGFA HealthCare NV
- ❑ AGFA NV
- ❑ AR4 GmbH
- ❑ ArteConTacto
- ❑ Austrian Power Grid AG
- ❑ AVL List GmbH
- ❑ DIBIT Messtechnik GmbH
- ❑ ENEXSA GmbH
- ❑ Entrich Technologies GmbH
- ❑ Forschungsinstitut für Molekulare Pathologie GmbH (IMP)
- ❑ GE Healthcare Austria GmbH & Co OG
- ❑ Geoconsult Wien ZT GmbH
- ❑ Geodata ZT GmbH
- ❑ Hage Sondermaschinenbau GmbH & Co KG
- ❑ HAKOM Time Series GmbH

Scientific partners

- ❑ TU Graz –Institute for Computer Graphics and Knowledge Visualization
- ❑ Universität Wien – Fakultät für Informatik: Cooperative Systems
- ❑ Universität Wien – Fakultät für Informatik: Visualization and Data Analysis

Industrial partners

- ❑ Heinemann Fluid Dynamics Research GmbH
- ❑ Hilti Corporation
- ❑ HUMAI TECHNOLOGIES GmbH
- ❑ InPlan Ingenieure GmbH
- ❑ IQSOFT Gesellschaft für Informationstechnologie m.b.H.
- ❑ Linsinger ZT GmbH
- ❑ ÖBB Infrastruktur AG
- ❑ plasmo Industrietechnik GmbH
- ❑ RHI Magnesita
- ❑ RIOCOM
- ❑ rmData GmbH
- ❑ Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR
- ❑ zkoor Software Technologies GmbH
- ❑ Zumtobel Lighting GmbH

Ausgewählte Community-Partner

- ❑ Additive Manufacturing Austria (AM Austria)
- ❑ ASFINAG
- ❑ Austria BioImaging (CMI - Correlated Multimodal Imaging Node Austria)
- ❑ Delft University of Technology
- ❑ Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI)
- ❑ Disney Research Zürich
- ❑ dwh GmbH
- ❑ ECSEL Austria
- ❑ esa European Space Agency
- ❑ ETH Zürich Eurographics
- ❑ GSV – Österreichische Gesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
- ❑ Harvard University
- ❑ Imperial College London
- ❑ Institute of Science and Technology Austria (IST Austria)
- ❑ Labdia Labordiagnostik GmbH
- ❑ NÖ Landeskliniken-Holding

Selected community partners

- ❑ ÖGI – Österreichisches Giesserei-Institut
- ❑ Photonics Austria
- ❑ RWTH Aachen Universität
- ❑ SBA Research
- ❑ Technische Universität Berlin
- ❑ The Open University
- ❑ The Wallace Collection
- ❑ TU Eindhoven
- ❑ Université D’Auvergne
- ❑ Universität Bergen
- ❑ Universität Konstanz
- ❑ Universitätsklinikum Freiburg
- ❑ University of Bath
- ❑ University of North Carolina at Chapel Hill
- ❑ Universität Stuttgart
- ❑ University of Utah
- ❑ University of Warwick
- ❑ Victoria and Albert Museum
- ❑ Virginia Tech (Virginia Polytechnic Institute and State University)

Fachzeitschriften

Reviewed Scientific Journals

A.Soledad Antonini, M.Luján Ganuza, G.Ferracutti, F.Gargiulo, K.Matković, E.Gröller, E.Bjerg: Spinel Web: An Interactive Web Application for Visualizing the Chemical Composition of Spinel Group Minerals. *Earth Science Informatics*

G.Blöschl, A.Kiss, A.Viglione, [...] D.Cornel, [...] J.Waser, O.Wetter: Current European flood-rich period exceptional compared with past 500 years. *Nature*

C.Fan, K.Matković, H.Hauser: Sketch-based fast and accurate querying of time series using parameter-sharing LSTM networks. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*

K.Furmanová, N.Grossmann, L.P.Muren, O.Casares-Magaz, V.Moiseenko, J.P. Einck, E. Gröller, R.Raidou: VAPOR: Visual Analytics for the Exploration of Pelvic Organ Variability in Radiotherapy. *Computers&Graphics*

J.Hakanen, K.Miettinen, K.Matković: Task-based visual analytics for interactive multiobjective optimization. *Journal of the Operational Research Society*

Z.Horváth, A.Buttlinger-Kreuzhuber, A.Konev, D.Cornel, J.Komma, G.Blöschl, S.Noelle, J.Waser: Comparison of Fast Shallow-Water Schemes on Real-World Floods. *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol.146

D.Kargl, J.Kaczanowska, F.Groessler, L.Piszczek, S.Ulonska, J.Lazovic, K.Bühler, W.Haubensak: The amygdala instructs insular feedback for affective learning. *elife/Neuroscience*

C.Luksch, L.Prost, M.Wimmer: Real-time Approximation of Photometric Polygonal Lights. *ACM Proceedings on Computer Graphics and Interactive Techniques*

R.Preiner, J.Schmidt, K.Krösl, T.Schreck, G.Mistelbauer: Augmenting Node-Link Diagrams with Topographic Attribute Maps. *Computer Graphics Forum*

G.Raina, H.R.Childs, K.Matković, K.Bühler, M.Waldner, D.R.Pugmire, B.Kozlikova, T.Ropinski, P.Ljung, T.Itoh, E.Gröller, M.Krone: The moving target of visualization software for an increasingly complex world. *Computers&Graphics*

M.Schlachter, B.Preim, K.Bühler, R.G.Raidou: Principles of Visualization in Radiation Oncology. *Radiation Oncology*

M.Vuckovic, J.Schmidt: Visual Analytics Approach to Comprehensive Meteorological Time-Series Analysis. *Data*

A.Walch, M.Schwärzler, C.Luksch, E.Eisemann, T.Gschwandtner: LightGuider: Guiding Interactive Lighting Design using Suggestions, Provenance, and Quality Visualization. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*

M.Waldner, A.Diehl, D.Gracanin, R.Splechtna, C.Delrieux, K.Matković: A Comparison of Radial and Linear Charts for Visualizing Daily Patterns. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*

M.Waldner, D.Steinböck, E.Gröller: Interactive exploration of large time-dependent bipartite graphs. *Journal of Computer Languages*

A.Walter, K.Bühler, D.Fixler, S.Geyer, M.Glösmann, S.Handschuh, J.Mannheim, M.Marchetti-Deschmann, P.Paul-Gilloteaux, M.Ogris, B.Plochberger, L.Sefc, P.Slezak, A.Unterhuber, P.Verkaide, T.Wanek, W.Weninger: Correlated Multimodal Imaging in Life Sciences: Expanding the Biomedical Horizon. *Frontiers in Physics*

J.Waser, I.Schwerdorf: Schnelle Algorithmen im Überflutungsschutz. *Kompetenz Wasser. Kölner Fachjournal für Abwasser, Hochwasserschutz und Gewässer*

Konferenzbeiträge

Reviewed Conference Papers

R.Barnes, S.Gupta, G.Paar, A.Bauer, T.Ortner, C.Traxler: Three-Dimensional Reconstruction And Quantification Of Fluvial-Deltaic Sedimentary Deposits In Gale Crater, Mars, From Rover-Derived Digital Outcrop Models. *Europlanet Science Congress (EPSC) 2020*

D.Cornel, A.Buttlinger-Kreuzhuber, J.Waser: Integrated Simulation and Visualization for Flood Management. *ACM SIGGRAPH 2020 (Special Interest Talk)*

F.Ganglberger, J.Kaczanowska, W.Haubensak, K.Bühler: A Web-based Framework for the Exploration of Heterogeneous Spatial Big Brain Data. *Conference on Intelligent Systems for Molecular Biology (ISMB) 2020*

D.Gračanin, K.Matković: Smart Immersive Environments: Augmented Reality and Smart Built Environments. *IEEE VR 2020 (Tutorial)*

D.Gracanin, K.Matković: Extended Reality and Smart Immersive Environments. *ISMAR 2020 (Workshop)*

R.Heidrich, J.Waser: Emergency response planning along the river Thaya - dealing with pluvial and pluvial floods. *Disaster Research Days 2020*

S.Jänicke, P.Kaur, P.J.Kuzmicki, J.Schmidt: Participatory Visualization Design as an Approach to Minimize the Gap between Research and Application. *EuroVis 2020 (VisGap Workshop)*

K.Krösl, C.Elvezio, M.Hürbe, S.Karst: XREye: Simulating Visual Impairments in Eye-Tracked XR. *IEEE VR 2020 (Best Research Demo Award)*

K.Krösl, C.Elvezio, L.R.Luidolt, M.Hürbe, S.Karst, S.Feiner, M.Wimmer: CatARact: Simulating Cataracts in Augmented Reality. *ISMAR 2020*

L.R.Luidolt, M.Wimmer, K.Krösl: Gaze-Dependent Simulation of Light Perception in Virtual Reality. *ISMAR 2020*

C.Luksch, L.Prost, M.Wimmer: Real-time Approximation of Photometric Polygonal Lights. *I3D 2020 (oral presentation)*

T.I.Maindl, C.Traxler, T.Ortner, G.Paar, C.M.Schäfer: Momentum Enhancement and 3D Visualization of the DARTKinetic Impact. *LPSC 2020*

D.Major, D.Lenis, M.Wimmer, A.Berg, G.Sluiteer, K.Bühler: Domain aware medical image classifier interpretation by counterfactual impact analysis. *MICCAI 2020*

D.Major, D.Lenis, M.Wimmer, G.Sluiteer, A.Berg, K.Bühler: Interpreting medical image classifiers by optimization based counterfactual impact analysis. *ISBI 2020*

K.Matković, D.Gracanin, M.Bardun, R.Splechtna, H.Hauser: Dual Radial Sets. *EuroVis Workshop on Visual Analytics (EuroVA) 2020*

P.Mohr, S.Mori, T.Langlotz, B.H.Thomas, D.Schmalstieg, D.Kalkofen: Mixed Reality Light Fields for Interactive Remote Assistance. CHI 2020

T.Neubauer, M.Wimmer, A.Berg, D.Major, D.Lenis, T.Beyer, J.Saponjski, K.Bühler: Soft Tissue Sarcoma Co-Segmentation in Combined MRI and PET/CT Data. MICCAI 2020 Workshop „Multimodal Learning for Clinical Decision Support“

J.Novotny; W.R.Miller; F.I.Luks; D.Merck; S.Collins; D.H.Laidlaw: Towards Placental Surface Vasculature Exploration in Virtual Reality. VIS 2020

T.Ortner, A.Walch, R.Nowak, R.Barnes, T.Höllt, E.Gröller: InCorr: Interactive Data-Driven Correlation Panels for Digital Outcrop Analysis. VIS 2020

M.del Pilar Caballo Perucha, R.Nowak, P.Hafner, M.Klopschitz, A.Pellacani, L.Fritz, G.Paar, C.Traxler: Didymos images' simulation for 3D reconstruction within HERA project. Europlanet Science Congress (EPSC) 2020

L.Piszczek, S.Ulonska, A.Constantinescu, M.Pasieka, A.Pekcec, W.Haubensak: Network organization of cognitive models and behavioral states in impulsive action. FENS 2020

R.Preiner, J.Schmidt, K.Krösl, T.Schreck, G.Mistelbauer: Augmenting Node-Link Diagrams with Topographic Attribute Maps. EuroVIS 2020

G.Paar, C.Traxler, R.Nowak, F.Garolla, A.Bechtold, C.Koerberl, M.Yuste Fernandez Alonso, O.Sidla: Mars-DL: Demonstrating feasibility of a simulation-based training approach for autonomous Planetary science target selection. Europlanet Science Congress (EPSC) 2020

G.Paar, C.Traxler, O.Sidla, A.Bechtold, C.Köberl: Science Autonomy Training by Visual Simulation. International Symposium on Artificial Intelligence, Robotics and Automation in Space (i-SAIRAS) 2020

C.Traxler: Visualisierung und Simulation für das Training Künstlicher Intelligenz (KI) in der Weltraumforschung. Die Mars-Rover und Österreich (Symposium der ÖAW)

C.Traxler, L.Fritz, R.Nowak, G.Paar, C.Koerberl, A.Bechtold, F.Garolla, O.Sidla: Simulating rover imagery to train deep learning systems for scientific target selection. Europlanet Science Congress (EPSC) 2020

J.Schmidt: Interfaces to Scripting Languages in Visual Analytics Applications. Leipzig Symposium on Visualization in Application (LEVIA) 2020

J.Schmidt: Usage of Visualization Techniques in Data Science Workflows. IVAPP 2020

J.Schmidt: Web-based information visualization. WeAreDevelopers

J.Schmidt, T. Ortner: Visualization in Notebook-Style Interfaces. EuroVis 2020

M.Stapleton, D.Schmalstieg, C.Arth, T.Gloor: Learning Effective Sparse Sampling Strategies using Deep Active Sensing. VISAPP/VISSIGRAPP 2020

M.H.Wimmer, M.Hollaus, N.Pfeifer, G.Mandlbürger, A.Buttinger-Kreuzhuber, J.Waser, J.Komma: Prozessierung

bundesweiter Geodaten für hydraulische Modellierung. Jahrestagung der DGPF 2020

M.Wißmann: Exploration of Interactive Visualization in the ELM Architecture. CESC 2020 (Best Student Paper Award)

Buchbeiträge

Book chapters

R.Cury Paraizo, M.Lima Medeiros: Ghost Cities: Augmented Heritage. Emergent Technologies: New Media and Urban Life

M.Kucera, W.Neubauer, S.Müller, M.Novak, J.Torrejón-Valdelomar, M.Wallner, A.Hinterleitner, A.Lenzhofer, C.Traxler: The Tell el-Daba Archaeological Information System: Adding the Fourth Dimension to Legacy Datasets of Long-Term Excavations (A Puzzle in 4D). Old Excavation Data – What Can We Do?, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

K.Matković, D.Gracanin, M.Beham, R.Splechna, M.Meyer, E.Ginina: Integrated Analysis and Hypothesis Testing for Complex Spatio-temporal Data. Transactions on Computational Science XXXVII. Lecture Notes on Computer Science

T.Neubauer, M.Wimmer, A.Berg, D.Major, D.Lenis, T.Beyer, J.Saponjski, K.Bühler: Soft Tissue Sarcoma Co-Segmentation in Combined MRI and PET/CT Data. Lecture Notes in Computer Science

Dissertationen

Dissertations

Shiva Alemzadeh: Visual Analytics of Epidemiological and Multi-OMICs Data

Daniel Cornel: Interactive Visualization of Simulation Data for Geospatial Decision Support

Katharina Krösl: Space Data and Procedural Modeling for Smart Lighting System

Peter Mohr-Ziak: Retargeting Instructions to Augmented Reality

Diplomarbeiten

Master Theses

Gerhard Bilek: Comparison of categories in industrial process data

Laura R. Luidolt: Perception of Light in Virtual Reality

Martin Mautner: Interactive 3D Storytelling for Planetary Exploration

Theresa Neubauer: Volumetric Tumor Segmentation on Multimodal Medical Images using Deep Learning

Eduard Pranz: Scalable Interactive Visualization of Large Curve Data

Daniela Stoll: Tactile Multi-Media Guide: Interaction design in tactile reliefs

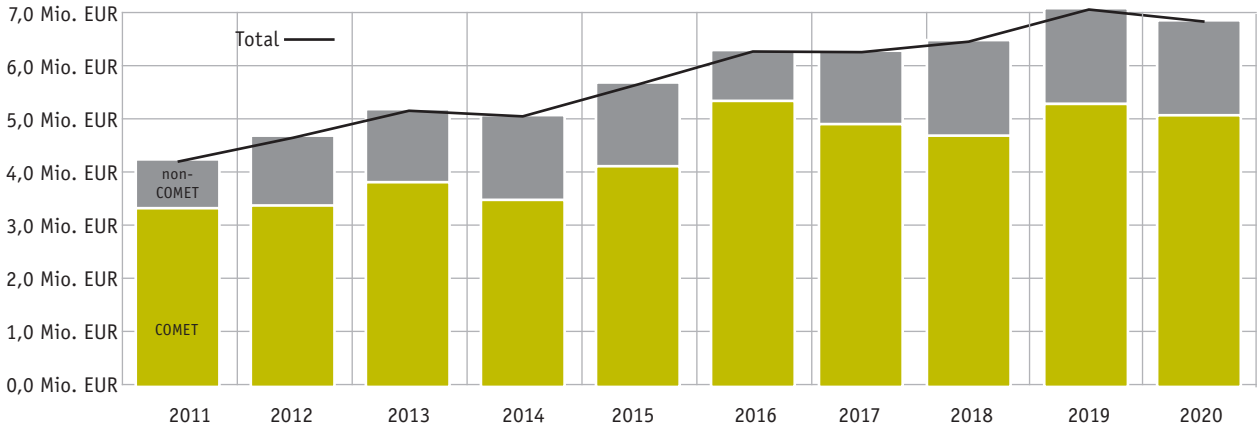
Silvana Zechmeister: Interactive Visualization of Vector Data on Heightfields

Umsatzentwicklung

Seit der Teilnahme am COMET-Programm 2010 stieg der Umsatz stetig jedes Jahr. Seit dem Jahr 2011 stieg der Umsatz um durchschnittlich 5,6% pro Jahr. Im Jahr 2020 erwirtschafteten wir über 6,75 Mio. Euro Umsatz.

Development of turnover

Since participating in the COMET program since 2010, turnover has grown steadily each year. Since 2011, turnover has increased by an average of 5,6%. In the year 2020, our turnover was over 6,75 million euros.

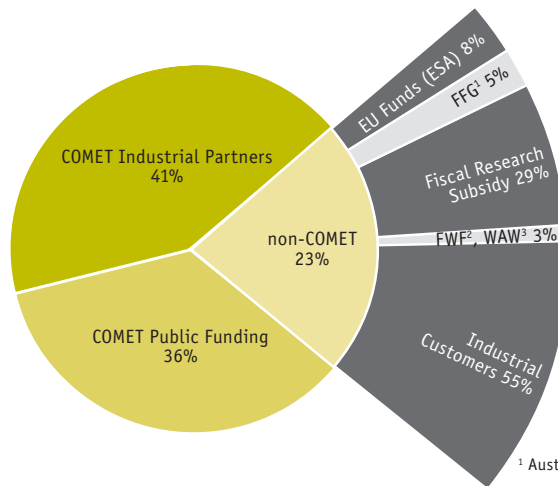


Struktur der Umsätze

Die Umsätze gliedern sich in zwei große Bereiche: Umsätze im Rahmen des COMET-Förderprogramms und alle übrigen („non-COMET“).

Structure of revenues

Revenues are divided into two main categories: revenues within the COMET funding program and all remaining revenues (“non-COMET”).



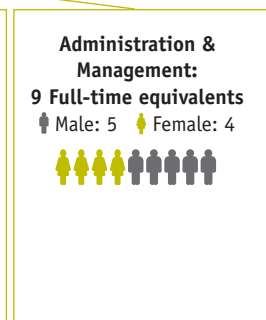
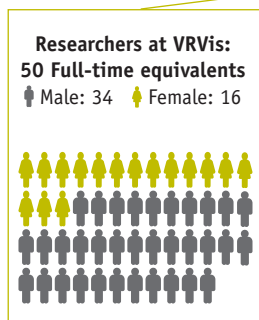
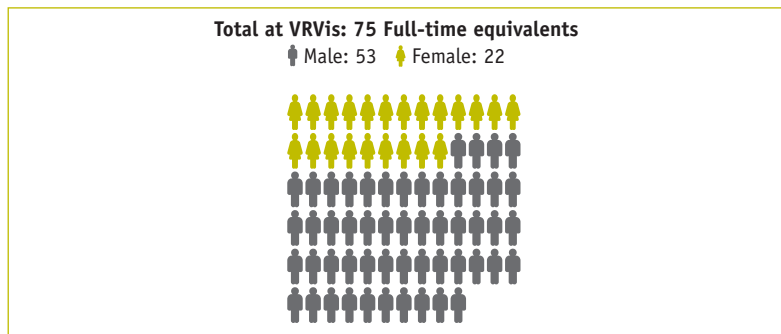
¹ Austrian Research Promotion Agency
² Austrian Science Fund
³ Vienna Business Agency

Personalstruktur

Das Team des VRVis setzt sich aus hauseigenen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, der Administration sowie Forscherinnen und Forschern von Firmenpartnern zusammen. Wir freuen uns besonders über den neuen **historischen Höchststand von 31% Forscherinnen-Anteil!**

Personnel structure

The VRVis team comprises in-house scientists, the administration as well as researchers from company partners. We are particularly pleased that the proportion of **women in scientific staff is at an all-time high of 31%!**



Rechtsform | Legal Status

Gesellschaft mit beschränkter Haftung | Company with limited liability

Firmenbuch | Company register

FN 195369h

Gericht | Court

Handelsgericht Wien | Commercial Court of Vienna

UID-Nummer | VAT Number

ATU49846902

Geschäftsführung | Managing Director

DI Dr. Gerd Hesina

Wissenschaftliche Leitung | Scientific Director

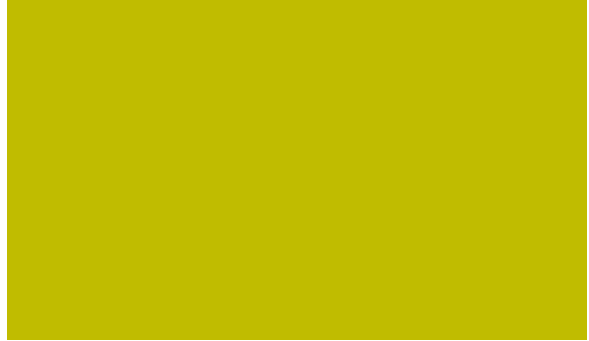
Prof. Dr. Werner Purgathofer/Dr.ⁱⁿ Katja Bühler

Gesellschafter | Shareholders

Verein des Kompetenzzentrums für Virtual Reality und Visualisierung

Herausgeber/Publisher: VRVis Zentrum für Virtual Reality und Visualisierung Forschungs-GmbH
Donau-City-Straße 11, 1220 Wien; office@vrvis.at, www.vrvis.at
Chefredaktion/Chief Editor: Mag.^a Daniela Drobna, Mag.^a Irmgard Fuchs
Grafische Umsetzung/Graphic Design: Roman Kedzierski
Produktion: Hofeneder & Partner GmbH

Copyright credit „3D reconstruction of the Martian surface with geological annotations“ on the cover: © VRVis, JOANNEUM RESEARCH, Imperial College London; Copyright of the other pictures on the cover: © VRVis



Die VRVis Zentrum für Virtual Reality und Visualisierung Forschungs-GmbH wird im Rahmen von COMET – Competence Centers for Excellent Technologies (854174, 879730) durch BMK, BMDW, Land Steiermark, Steirische Wirtschaftsförderung – SFG, Land Tirol und Wirtschaftsagentur Wien – Ein Fonds der Stadt Wien gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt.

VRVis is funded by BMK, BMDW, Styria, SFG, Tyrol and Vienna Business Agency in the scope of COMET - Competence Centers for Excellent Technologies (854174, 879730) which is managed by FFG.



Ein Fonds der Stadt Wien



zentrum für
virtual reality und visualisierung
forschungs-gmbh