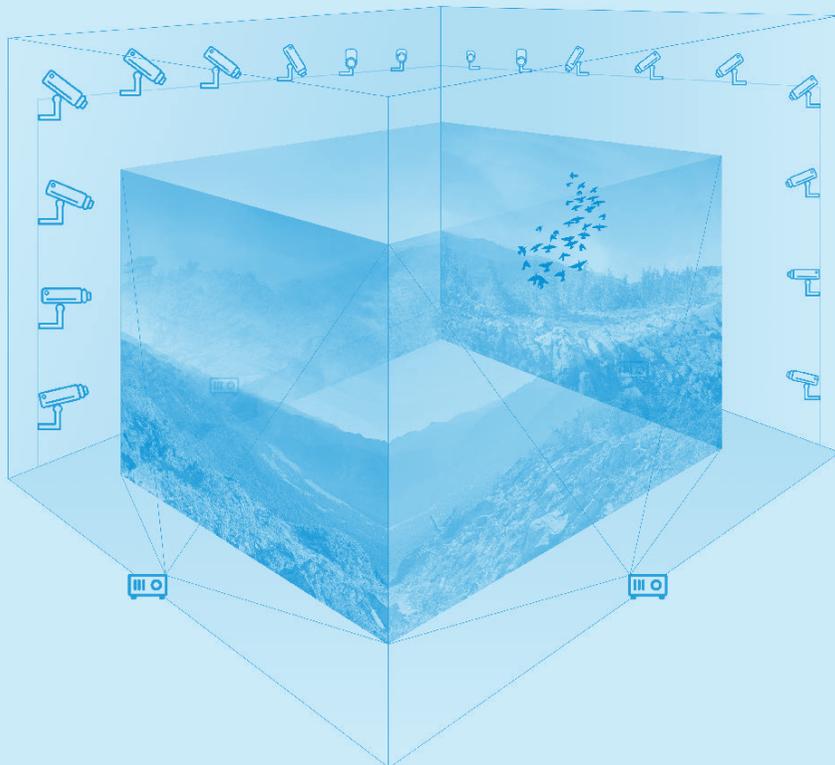


Ein Stück Zukunft,



real geworden

In einer weltweit einzigartigen Forschungsinfrastruktur bettet das Forschungszentrum VCC Tierschwärme in virtuelle Umgebungen ein.

Einen Raum wie diesen hat es noch nicht gegeben: Stellen Sie sich vor, Sie befinden sich in einer Halle, in der sämtliche Wände, ja sogar die Decke, vollständig mit Projektionen bespielt sind. Als wären die Wände riesige Leinwände. Doch die Projektionen rund um Sie herum sind nicht starr, sondern reagieren auf Ihre Handlungen. Bewegen Sie sich auf die Wände zu, so werden auch die projizierten Bilder – zum Beispiel Bäume und Landschaften – in korrektem perspektivischem Verhältnis näher an Sie herangebracht. In dieser virtuellen Landschaft tauchen Tiere, Objekte, Wahrnehmungsreize auf, stets rückgekoppelt an Ihre Bewegungen.

Der Raum schafft dadurch eine dreidimensionale virtuelle Umgebung, die intelligent auf Ihr Verhalten reagiert. Er kann nicht nur visuelle Umgebungen schaffen, sondern auch Klimazonen simulieren, indem er die Temperatur zwischen 18 und 30 Grad anpasst. Sie können sich von Mitteleuropa bis in die Tropen begeben und müssen dafür noch nicht einmal den Raum verlassen.

Was hier beschrieben ist, stammt nicht aus der Feder eines Science Fiction-Autors. Dieser Raum, der „Imaging Hangar“, wird ganz real gebaut, hier an der Universität Konstanz. Er umfasst 1.800 Kubikmeter und ist eines der Herzstücke

des Center for Visual Computing of Collectives (VCC), des Konstanzer Spitzenforschungszentrums für Kollektivforschung. Spätestens im Anfang 2018, bis 2020 soll das Zentrum errichtet sein.

„Wir betreten Neuland. Das ist einmalig in der Welt. Vor fünf Jahren wäre ein solcher Raum noch überhaupt nicht denkbar gewesen“, schildert der Informatiker Prof. Dr. Daniel Keim, einer der Planer des VCC: „Das ist eine bisher nicht dagewesene Herausforderung.“ Das VCC wird im Rahmen des Forschungsbauteil-Programmes des Bundes und der Länder errichtet. Ermöglicht wurde das VCC durch die großzügige Förderung der Hector-Stiftung II, die mit sechs Millionen Euro den in Baden-Württemberg vorgeschriebenen Eigenanteil der Universität am Gesamtbetrag in Höhe von 27 Millionen Euro übernahm.

Wer sich nun bereits auf Kinoabende in vollständigen virtuellen Umgebungen freut, muss sich noch ein wenig gedulden. Der „Imaging Hangar“ ist zunächst weniger für den Menschen gedacht, sondern in erster Linie für Tiere – oder genauer gesagt: Tierschwärme, insbesondere Vögel und Insektenschwärme. Ziel des „Imaging Hangars“ ist, die Regeln von Tierkollektiven zu verstehen: Wie koordinieren die einzelnen Individuen eines Schwarmes in Millisekunden ihre Bewegungen? Woher weiß der hinterste Zugvogel, dass der vor-

derste einen Raubvogel erspät hat und er nun besser scharf nach links fliegen sollte? Wie kommt Schwarmintelligenz zustande?

Der „Imaging Hangar“ bietet eine vollständig kontrollierbare Umgebung, um das Verhalten von Schwärmen zu testen und zu analysieren. So können die Forscher in den Projektionen plötzlich einen Raubvogel auftauchen lassen, um zu beobachten, wie der Schwarm darauf reagiert und wie sich die Dynamik innerhalb des Kollektivs ändert.

Die Pointe dabei: Die Position eines jeden einzelnen Tieres des Schwarmes wird über Lichtfeldkameras aufgezeichnet. Die Forscher können daher millisekundengenau nachvollziehen, wie sich die gegenseitigen Positionen der Tiere innerhalb des Schwarmes verändern und beeinflussen. Doch nicht nur die Bewegungen der Tiere werden aufgezeichnet: „Wir wollen deren Sichtfeld rekonstruieren, was sie von ihrer Umgebung sehen, damit wir hinterher auch wissen: Auf welcher Grundlage haben sie ihre Entscheidungen gefällt? Warum ist der Vogel in die eine Richtung geflogen und nicht in die andere? Das können wir nur, wenn wir deren Sinne miterfassen“, schildert Daniel Keim.

„Wir betreten Neuland. Das ist einmalig in der Welt. Vor fünf Jahren wäre ein solcher Raum noch überhaupt nicht denkbar gewesen.“

Prof. Dr. Daniel Keim

Mit den Augen der Tiere

Der „Imaging Hangar“ ist eine technische Herausforderung, in vielfacher Hinsicht. „Wir generieren riesige Datenmengen“, veranschaulicht Daniel Keim: „Wir müssen in Echtzeit reagieren. Wenn die Vögel in Richtung Wand fliegen, müssen wir das Bild in einer Echtzeit-Feedback-Loop ändern, damit sie ihre Flugbahn korrigieren. Wir haben nur wenige Millisekunden Zeit, um die Daten zu erfassen – Wo ist der Vogel? In welche Richtung fliegt er? – und gleichzeitig das Bild zu verändern, das angezeigt wird“, so Keim.

Um die großen Datenmengen in so kurzen Zeitintervallen handhabbar zu machen, müssen die Forscher, wann immer möglich, mit Daten-Reduzierungen arbeiten. Durch die artenspezifische Wahrnehmung der Tiere ist es nicht immer nötig, mit foto-realistischen Projektionen zu arbeiten, manches lässt sich vereinfachen. „Wie lassen sich Informationen mit wenigen Bildelementen so darstellen, dass die Tiere die Essenz der Information verstehen?“, stellt der Informatiker Prof. Dr. Oliver Deussen zur Debatte und veranschaulicht: „Wir müssen uns nicht darauf versteifen, eine für uns realistisch wirkende Umgebung zu erzeugen. Es muss nicht zwingend ein foto-realistischer Raubvogel in der Projektion erscheinen. Vielleicht reicht auch ein kleiner Lichtblitz, um dieselbe Reaktion im Schwarm hervorzurufen.“

Die artspezifische Wahrnehmung der Tiere stellt auch besondere Herausforderungen an den „Imaging Hangar“. So sind die handelsüblichen Monitore und Projektoren beispielsweise nicht auf die Wahrnehmung von Vögeln ausgerichtet. „Vögel sehen mit 200 Hertz und im ultravioletten Bereich. Unsere gängigen Bildschirme würden für die Tiere nur flackern, wegen ihrer leistungsfähigeren Wahrnehmung“, zeigt Deussen auf. Die Technik für den Imaging Hangar muss daher von Grund auf neu konzipiert werden, um virtuelle Umgebungen zu schaffen, die auch für überlegene Sinnesorgane realistisch wirken.

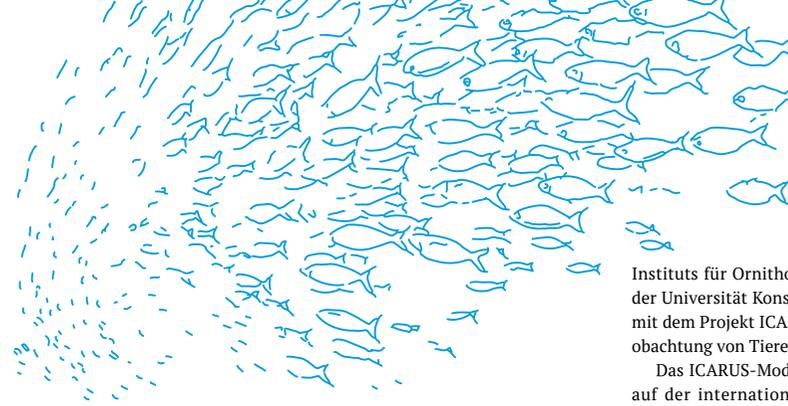
Nicht nur mit Vögeln und Insektenschwärmen wird im VCC gearbeitet; eine besondere Rolle spielen Fischeschwärme. Das VCC wird daher große Aquarienbereiche haben, die das Prinzip des „Imaging Hangars“ im aquatischen Bereich umsetzen. Von außen wird auf die Aquarienscheiben projiziert, unter Einberechnung der Lichtbrechung und veränderten Dichte unter Wasser, um reaktive Umgebungen für Fische zu schaffen. Konzipiert wurde diese Forschungsinfrastruktur vom Konstanzer Biologen Prof. Iain Couzin, der zugleich einer der beiden Direktoren des Max-Planck-Instituts für Ornithologie ist, einem der weltweit führenden Wissenschaftler im Bereich der Kollektivforschung.

Ein Datentheater

Die millisekundengenaue Aufzeichnung der Tierpositionen erzeugt gewaltige Datenmengen, was die Analyse der komplexen Bewegungsdaten vor große Herausforderungen stellt. Eine geeignete Infrastruktur zur Auswertung von „Big Data“ wurde daher im VCC mit bedacht. Hinter dem „Data Theatre“ („Datentheater“) des Forschungszentrums verbirgt sich eine Rauminstallation mit einer leistungsstarken „Powerwall“. Dabei handelt es sich um einen wandgroßen Bildschirm zur simultanen Darstellung und Auswertung gewaltiger Datenmengen. Eine Powerwall wird heute bereits in der Arbeitsgruppe von Daniel Keim eingesetzt. Die neue Datenwand des VCC wird mit den Maßen von 7 mal 3 Metern jedoch deutlich größer sein, eine stark verbesserte Auflösung bieten und voraussichtlich auf LED-Technik basieren. „Das bedeutet: Der Raum muss nicht mehr verdunkelt werden“, erklärt Daniel Keim.

„Vögel sehen mit 200 Hertz und im ultravioletten Bereich. Unsere gängigen Bildschirme würden für die Tiere nur flackern, wegen ihrer leistungsfähigeren Wahrnehmung.“

Prof. Dr. Oliver Deussen



Gemeinsam im virtuellen Raum

Auf lange Sicht soll der Imaging Hangar im Bereich der Entscheidungswissenschaften auch für den Menschen genutzt werden, unter anderem in den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften. Hier kommt Virtual Reality-Technologie (VR) ins Spiel, wie wir sie heute bereits von VR-Brillen kennen. Eigens für Virtual Reality-Anwendungen wird das VCC eine großflächige Rauminstallation bieten, das „Virtual and Augmented Reality Lab“. Juri Buchmüller aus der Forschungsgruppe von Daniel Keim arbeitet mit Studenten intensiv an wissenschaftlichen Anwendungen von Virtual Reality, beispielsweise in einem Projekt zur Darstellung und Auswertung von Flugdaten des Flughafens Zürich. Die Flugrouten können im dreidimensionalen Raum über einer begehbaren Landkarte von Zürich und Umgebung punktgenau nachvollzogen und ausgewertet werden.

Das Problem gegenwärtiger VR-Technologie ist jedoch, so Buchmüller, dass diese für nur einen Nutzer ausgelegt ist: Der Nutzer ist allein im virtuellen Raum. Eines der Ziele der Konstanzer Informatiker ist daher, den virtuellen Raum künftig für mehrere Nutzer gleichzeitig begehbar zu machen, in einem gemeinsamen virtuellen Kosmos. Auf kurze Sicht erlaubt dies sozialwissenschaftliche Interaktionsexperimente in kontrollierbaren VR-Umgebungen. Auf lange Sicht könnten durch diese Technologie Menschen „dreidimensional“ zusammengebracht werden, obwohl sie in Wirklichkeit viele Kilometer voneinander entfernt sind.

Ins Freie

Die Labormöglichkeiten des VCC und seines „Imaging Hangars“ eröffnen völlig neue Forschungsmöglichkeiten für eine Vielzahl an wissenschaftlichen Disziplinen, von der Biologie über die Informatik bis hin zu sozialen und ökonomischen Experimenten im Bereich der Entscheidungswissenschaften. Für die Konstanzer Kollektivforscher ist dies jedoch nur eine Seite der Münze. „Sobald wir Forschungsergebnisse aus dem Imaging Hangar haben, wollen wir damit aus dem Labor hinaus ins Freiland gehen“, plant Prof. Dr. Martin Wikelski, Direktor des Max-Planck-

Instituts für Ornithologie und Honorarprofessor an der Universität Konstanz. Aktuell realisiert Wikelski mit dem Projekt ICARUS eine weltraumgestützte Beobachtung von Tieren.

Das ICARUS-Modul wird voraussichtlich bis 2018 auf der internationalen Weltraumstation ISS angebracht werden und ermöglicht von dort aus, die weltweiten Wanderbewegungen von Tieren, die mit einem Sender ausgestattet wurden, zu beobachten. Was ICARUS auf globaler Ebene tut, unterfüttert der „Imaging Hangar“ auf Laborebene mit Daten. Beide Projekte sind nur gemeinsam zu denken und sind eng aneinander gekoppelt. Jüngst errichteten Iain Couzin und Martin Wikelski in einer Scheune in Möggingen den „Flughangar“ als Test für den „Imaging Hangar“. In diesem Flugkäfig wird aktuell die Projektions- und Aufzeichnungstechnik getestet, die später im „Imaging Hangar“ in größerem Maßstab umgesetzt werden wird.

| gra.



Virtual Reality-Anwendung in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Daniel Keim (Mitte); Links im Bild: Juri Buchmüller.