

**Zeitschrift:** Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin  
**Herausgeber:** Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung  
**Band:** - (1999)  
**Heft:** 42

**Artikel:** Mit dem Tastsinn durch die virtuelle Welt  
**Autor:** Bührer, Michel  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-967617>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 06.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Mit dem Tastsinn durch die virtuelle Welt



VON MICHEL BÜHRER

FOTOS BÜHRER, BRAMAZ/SNF UND KEY/SPL

Fans von Videospielen kennen interaktive Joysticks, die auf das Geschehen auf dem Bildschirm spürbar reagieren. Allerdings sind sie noch nicht sehr zartföhlig; sie vermitteln den groben Eindruck eines Widerstands oder eines Stosses. Forscher der ETH Lausanne entwickeln nun eine sehr sensible Kraftrückführung, die eine reale Umgebung simulieren kann. Die möglichen Anwendungen sind besonders viel versprechend für die Raumfahrt und die Chirurgie.

**D**as virtuelle Bild auf dem Computerbildschirm ähnelt einem Spiess. Auf ihm drehen sich ineinander geschobene Würfel unterschiedlicher Konsistenz. Lässt man auf dem Bildschirm den Zeiger mit einem speziellen Gelenkkarm (als Ersatz für die Maus) über die einzelnen Stücke gleiten, kann man deren Konturen spüren. Ebenso ist es möglich, die abgewandte Seite des Spiesses zu ertasten. Der dreidimensionale Tasteffekt ist überraschend. Wirklich erstaunlich wird es, wenn der Spiess zu drehen aufhört. Denn nun kann die Konsistenz der Würfel erfahren werden. Wird der Zeiger gedrückt, reagiert der Gelenkkarm unterschiedlich. Hier gibt er harten

Widerstand, als wäre er aus Stahl, dort gibt er weich nach wie Gummi.

In dieser kleinen Demonstration ist die gesamte Forschung der VRAI-Gruppe (für Virtual Reality and Adapted Interfaces) des Instituts für Robotersysteme der ETH Lausanne zusammengefasst. Mit den Perspektiven, die die virtuelle Welt erahnen lässt, stellt sich die Frage, wie eine Interaktion mit dieser Welt möglich ist.

## Virtuelle Berührung

Während die Maus oder die Computertastatur einfache, effiziente Schnittstellen für die täglichen Anwendungen sind, fehlt noch immer ein Werkzeug zur Erforschung der dritten Dimension. Aber es fehlen auch und vor allem EDV-Programme, mit denen virtuellen Formen physische Eigenschaften wie Härte, Elastizität, Plastizität oder Rauheit verliehen werden können. Im Rahmen der Forschungs-

tätigkeiten an der ETH Lausanne wird beides zusammengeführt.

Der Forschungsassistent François Conti entwickelt Software. «Man könnte von Widerstands- oder Verformungsberechnungen der Stoffe ausgehen und sie auf virtuelle Modelle übertragen», erklärt er. «Will man die Konsistenz von Styropor darstellen, wird ein Stück Styropor getestet. Und man verfeinert das Programm, bis es dem Gelenkkarm ein der Realität entsprechendes Tastgefühl zurücksendet.» Es kann sogar eine Mehrzahl unterschiedlicher Eigenschaften gespeichert werden.

Der Arm – der die Schnittstelle der Kraftrückführung darstellt – ist Sache von Patrice Rouiller, ebenfalls Forschungsassistent. Beim Arm handelt es sich um Roboter «Delta», der

an der ETH Lausanne vom Direktor des Labors für Robotersysteme, Raymond Clavel, vor rund zehn Jahren entwickelt wurde. Delta besteht aus drei an ihrem Ende verbundenen Gelenkarmen und ermöglicht sehr schnelle 3-D-Operationen. Besonderheit: die Arbeitsebene der Schnittstelle bleibt stets parallel zur Armbasis, wo auch immer er sich im Raum befindet. Für dieses Projekt hat Patrice Rouiller Delta umgekehrt verwendet. Das Armende, das sonst die Operationen ausführt, steuert sie nun. Ein an der Verbindung der drei Arme befestigter Handgriff wird für Präzisionsmanöver eingesetzt. «Eine der grossen Schwierigkeiten», unterstreicht Patrice Rouiller, «besteht darin, dass die Position des Roboters 1000-mal pro Sekunde berechnet wird, während die Anzeige auf dem Bildschirm nur 25-mal pro Sekunde erfolgt. Es müssen deshalb Tricks gefunden werden, um diese grafische Verzögerung aufzuheben.»

### Interesse der Nasa

Ein solches Programm, das Tastempfinden und Kraftrückführung miteinander verbindet, interessiert natürlich den Marktführer bei Computermäusen, Logitech – umso mehr, als es auf einem Standard-PC läuft. Aber die Nasa wird es als Erste bei ihren Mars-Missionen im Rahmen des regelmässigen Austausches testen, den die ETH mit der amerikanischen Raumfahrtagentur unterhält. «Ein Problem der Nasa», fassen beide Forscher zusammen, «besteht darin, dass sie ihren Roboter auf dem Mars mit geringstem Risiko steuern muss, was angesichts der Verschiebung um einige Minuten wegen der Übertragungszeit schwierig ist. Durch unser System wird anhand der vom Mars an die Nasa übermittelten Bilder eine virtuelle Landschaft realisiert, auf deren Grundlage das Modul äusserst präzise mit der Steuerung mit Kraftführung gelenkt werden kann.»

### Chirurgische Simulation

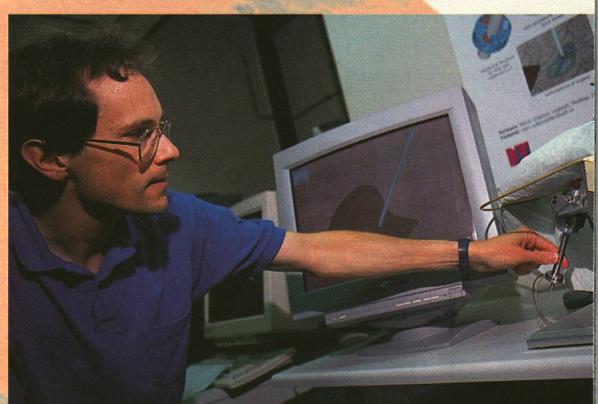
Die ETH Lausanne setzt im Rahmen des Projektes VIRGY (für Virtual Surgery) auf eine zweite Anwendung im medizinischen Bereich. Der Roboter Delta wird hier durch eine Apparatur ersetzt, die die Schlüssellochchirurgie (oder endoskopische Chirurgie) simuliert.

Dabei kontrolliert der Chirurg sein Operationsfeld auf dem Bildschirm. Seine Instrumente durchqueren das antiseptische Feld und operieren außerhalb des Blickfeldes. «Er muss fühlen können, was er tut», kommentiert der Doktorand und Projektleiter Marc Vollenweider und zeigt den Leberersatz, den er gerade auf seinem Bildschirm testet. «Mit diesem Programm kann ich über virtuelle Organe verfügen und ihnen die Struktur oder Viskosität eines echten Organs zuweisen. Wenn Sie versuchen, diese Leber mit der Zange zu fassen und zu ziehen, werden Sie feststellen, dass ein Widerstand vorhanden ist.» Ein Spezialist des Lausanner Unispitals berät ihn in medizinischen Aspekten.

Eine solche Arbeitsstation wird für die Ausbildung und die Qualitätskontrolle (um zu prüfen, ob die Chirurgen das Operieren noch beherrschen), für die Simulation von Krisensituationen und auch für das Warmlaufen vor einer schwierigen Operation eingesetzt werden. Marc Vollenweider ist bei der Synchronisation der grafischen und mechanischen Daten seines Projektes auf die gleichen Probleme gestossen wie seine Kollegen, denn eine Verzögerung der Anzeige auf dem Bildschirm ist nicht tolerierbar. Die mechanische Konstruktion hat ihm am meisten Kopfzerbrechen gekostet. Aber er hat sie zu Stande gebracht. «Viele Forschungen gehen in die gleiche Richtung, aber alle sind über die mechanische Komplexität der Steuerung gestolpert», sagt er nicht ohne Stolz.

Über den Mangel an möglichen Perspektiven der Anwendung brauchen sich die Lausanner Forscher nicht zu beklagen. Sie finden, dass die Raumfahrt und die Medizin die beiden anspruchsvollsten Anwendungen in dem sehr schwierigen Bereich der Steuerungen mit Kraftrückführung sind – insbesondere, weil Anwendungen in Raumfahrt und Medizin keinen Fehler verzeihen würden. Das fordert den Forscherehrgeiz natürlich besonders stark heraus. ■

Das Team von Prof. Clavel treffen Sie an der Orbit 99 an (siehe S. 34).



Sie ermöglichen das virtuelle Herumtasten: François Conti (oben) entwickelte die Software und Patrice Rouiller (Mitte) baute den speziellen Gelenkarm. Marc Vollenweider (unten) befasst sich mit der chirurgischen Anwendung.