

Wissen Forschungsplatz Zürich

Wissen im Bild Schweres Wasser im Genfersee



Der Genfersee reagiert weniger stark auf den Klimawandel als andere Seen in der Schweiz. Grundsätzlich gehen die Klimaforscher davon aus, dass die oberste Schicht der Gewässer wärmer wird, was den Wasseraustausch im See verlangsamt. So gelangt weniger Sauerstoff in die Tiefe. Beim Genfersee ist dieser Prozess vermutlich weniger ausgeprägt. Forscher des Wasserforschungsinstituts Eawag in Dübendorf und der ETH Lausanne zeigen mithilfe mathematischer Modelle, dass das Wasser der Zuflüsse, namentlich der Rhone, im Vergleich zum Bielersee länger im Genfersee verbleibt. So ist der Abkühlungseffekt geringer. Trotzdem wird der Sauerstofftransport in die Tiefe nicht beeinträchtigt: Die Rhone führt durch den Gletscherschwund und höhere Abflüsse im Winter mehr Schwebstoffe. Das wiederum macht das Wasser schwerer, es sinkt im Genfersee ab und trägt so Sauerstoff in die Tiefe. (lae)

Schwebstoffe aus der Rhone kurbeln im Genfersee die Wasserzirkulation an und durchlüften den See.

Foto: Emanuel Ammon, Aura


Serie Faszinierende Bilder und die Geschichten dahinter
wissenimbild.tagesanzeiger.ch

Reise ins Unsichtbare

ETH-Dozenten setzen Hologramme ein, um Studierende in die Welt der Moleküle zu entführen. Damit wird Chemie deutlich fassbarer. *Ein Selbstversuch von Martin Läubli*

Rechts tanzt eine Primaballerina, links dreht sich ein Globus. Es ist, als befände ich mich in einem «Star Wars»-Film. Hologramme, dreidimensionale Bilder, tauchen im Raum auf. Eine spezielle Brille macht die Projektionen sichtbar und ermöglicht eine Kommunikation mit den virtuellen Objekten. «Bitte jetzt klicken», sagt Jan Alexander Hiss vom Institut für Pharmazeutische Wissenschaften. Ich forme wie eben gelernt Zeigefinger und Daumen zu einem L, schnippe kurz mit den Fingern - keine Reaktion. Ich versuche es erneut, ohne Erfolg. «Machen Sie zuerst eine Faust, und bilden Sie das L vor der Brille, aber nicht zu nah.» Nochmals ein Versuch - es funktioniert.

Und weiter geht es. «Formen Sie die Hand wie die Italiener, wenn sie aufgebracht sind, dann spreizen Sie die Finger.» Das mache ich - und weg ist der Kubus mit dem Globus darin. Ich sehe die Tänzerin an. Der runde Cursor, der stets dort im Raum auftaucht, wo ich hinsehe, markiert die Primaballerina. Ich spreize die Finger, und schwupp ist auch sie verschwunden.

Moleküle besser verstehen

Zehn Minuten dauert die Einführung. Zwei, drei Handgriffe reichen, um sich einigermaßen im Raum der Mixed Reality zu bewegen. Ich befinde mich in einem realen Labor, das überraschende Gegenstände und Figuren enthält. Diese sind aber nur dreidimensional in den Raum projiziert. Durch die Brille mithilfe des Systems Hololens von Microsoft werden sie erkennbar. Wer die Brille trägt, kann sich unabhängig bewegen, es braucht weder Kabel noch einen PC oder ein Smartphone.

Alles, Software und Daten, sind in der Brille verpackt. Sie vereint die wirkliche Welt mit der virtuellen Dimension. Im Gegensatz zur Virtual Reality: Dort befindet sich der User in einer komplett künstlichen, vom Computer aufgebauten Umgebung. Die Mixed-Reality-Brille ist erst seit kurzem in der Schweiz auf

dem Markt erhältlich. «Komplexe Sachverhalte wie etwa Baupläne oder die menschliche Anatomie werden durch die holografische Darstellung deutlich schneller erlernbar», sagt Michael Zavel, Product Manager bei Microsoft Deutschland. Die Abteilung Lehrentwicklung und -technologie (LET) an der ETH Zürich wollte sich davon selbst überzeugen - und kaufte zwölf Brillen, 3500 Franken das Stück. «Das Testen neuer Technologie für den Unterricht gehört zu unseren Aufgaben», sagt Thomas Korner vom LET.

Testpersonen fanden sich bei den Masterstudenten der Lehrveranstaltung Computer-Assisted Drug Design des Instituts für Pharmazeutische Wissenschaften. Die Studierenden lernen hier, wie man aus einem Katalog von Millionen Molekülen mit Unterstützung des Computers chemische Verbindungen etwa für neue Medikamente kreiert. «Dafür braucht es eine räumliche Vorstellungskraft», sagt Hiss, Co-Kursleiter der Lehrveranstaltung. Zum Beispiel um den

Künstliche Welten

Die andere Wissensvermittlung

Virtual Reality. Der User bewegt sich mithilfe einer Spezialbrille in einer Umgebung, die der Computer aufgebaut hat. Er ist vollständig von der echten Welt abgeschottet. Die Technologie der Virtual Reality ist derzeit unter anderem bei Videospiele verbreitet.

Augmented Reality. Hier wird die reale Umgebung mit zusätzlichen Informationen ergänzt. Das können zum Beispiel Objektbilder auf dem Smartphone sein, deren Position per GPS ermittelt und entsprechend auf dem Display erklärt wird. Unter diesen Begriff fallen auch Anwendungen, die etwa die nächsten Geldautomaten per Smartphone suchen.

Mixed Reality. Im Gegensatz zur erweiterten Wirklichkeit (Augmented Reality) kann der User mittels Spezialbrille mit Objekten wie etwa Hologrammen, die der Computer in die echte Umgebung projiziert, interagieren.

Aufbau menschlicher Proteine zu verstehen. Die Oberfläche dieser lebenswichtigen, komplizierten Moleküle wird durch die spezifischen Abstände der verschiedenen Atome untereinander definiert. In die Zwischenräume der einzelnen Teilchen passen je nach Grösse andere Moleküle, die wiederum die Oberfläche des Proteins verändern.

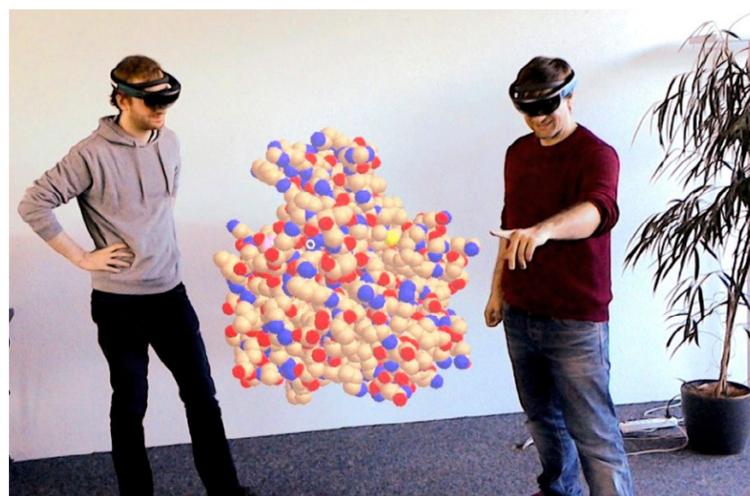
«In einer Vorlesung ist es für Studierende oft schwierig, chemische Strukturen räumlich nachzuvollziehen», sagt Jan Hiss. Er hat sich deshalb auf das Experiment mit der Hololens-Brille eingelassen. Da die Technologie noch neu ist und mit Anwendungen erst experimentiert wird, entwickelte Hiss zusammen mit dem Schweizer Softwareunternehmen Afca ein eigenes Programm, um in die Welt der Moleküle eintauchen zu können. Das Programm nennt sich Molegram.

So bewege ich den Zeigefinger von oben nach unten und öffne die Anwendung. Nach wenigen Klicks in der Mixed Reality erscheint vor mir das Holo-

gramm eines stark verzweigten Proteinmoleküls. Was passiert, wenn das Protein mit Wasser in Kontakt kommt? Mit einem weiteren Klick lässt sich dieser Ablauf simulieren. Langsam wird das Protein mit einer bläulichen Hülle überzogen, die Wassermoleküle dringen dort ein, wo die Abstände der Atome des Proteinmoleküls gross genug sind. Ich studiere die neue Moleküloberfläche, betrachte das Protein von allen Seiten. Schliesslich durchdringe ich die Hülle und stosse zum molekularen Gerüst des Proteins vor.

Die Technologie beeindruckt. Was in der Theorie gelernt wurde, kann mit der

Ich durchdringe die Wasserhülle und stosse zum Molekül vor.



Nur mit einer Mixed-Reality-Brille sichtbar: Der Computer projiziert das Hologramm eines Proteinmoleküls in den Raum. Foto: ETH Zürich

Hololens-Brille anschaulich nachvollzogen werden. Es ist durchaus vorstellbar, dass mit der virtuellen Reise ins Unsichtbare das Lernen erleichtert wird. Nach 15 Minuten Mixed Reality bin ich allerdings ziemlich geschafft. Die Kommunikation mit den Hologrammen ist ermüdend. «Länger sollten die Brillen bei der Ausbildung auch nicht eingesetzt werden», sagt Kursleiter Jan Alexander Hiss aus Erfahrung. Grundsätzlich hat er von den Studentinnen und Studenten ein positives Feedback erhalten. «Die Technologie ist auch attraktiv, um die Studenten neugierig zu machen und mehr über Moleküle zu erfahren», sagt Jan Alexander Hiss.

Offen für Neues

Allerdings fehlen derzeit die entsprechenden Informationen zu den einzelnen Hologrammen. Und mit drei Molekülen in der Datenbank sind die didaktischen Optionen derzeit bescheiden. Beschränkt sind auch die Speichermöglichkeiten in der Brille. «Interessant würde es, wenn die Hologramme von einem externen Server per Internet importiert werden könnten», sagt Hiss mit Blick in die Zukunft. Immerhin gibt es die Option, die Brille drahtlos mit dem Internet zu verbinden.

Noch ist es allerdings nicht so weit. Das Experiment ist für die Abteilung Lehrentwicklung und -technologie gelungen. «Die Brille wird aber keine Vorlesung ersetzen, sie ist eine Ergänzung», sagt Thomas Korner vom LET. In diesem Jahr sind weitere Versuche geplant. Ob sich diese Technologie tatsächlich in der Lehre und im Schulunterricht durchsetzt, will Korner nicht beurteilen. Der ETH-Didaktiker unterrichtet nebst seiner Tätigkeit an der Hochschule als Geografielehrer an einer Zürcher Kantonschule. Er weiss aus eigener Erfahrung, dass es viel Geduld braucht, um neue didaktische Instrumente in der Lehre einzuführen. «Dozenten müssen offen sein für Neues», weiss auch ETH-Dozent Jan Alexander Hiss.