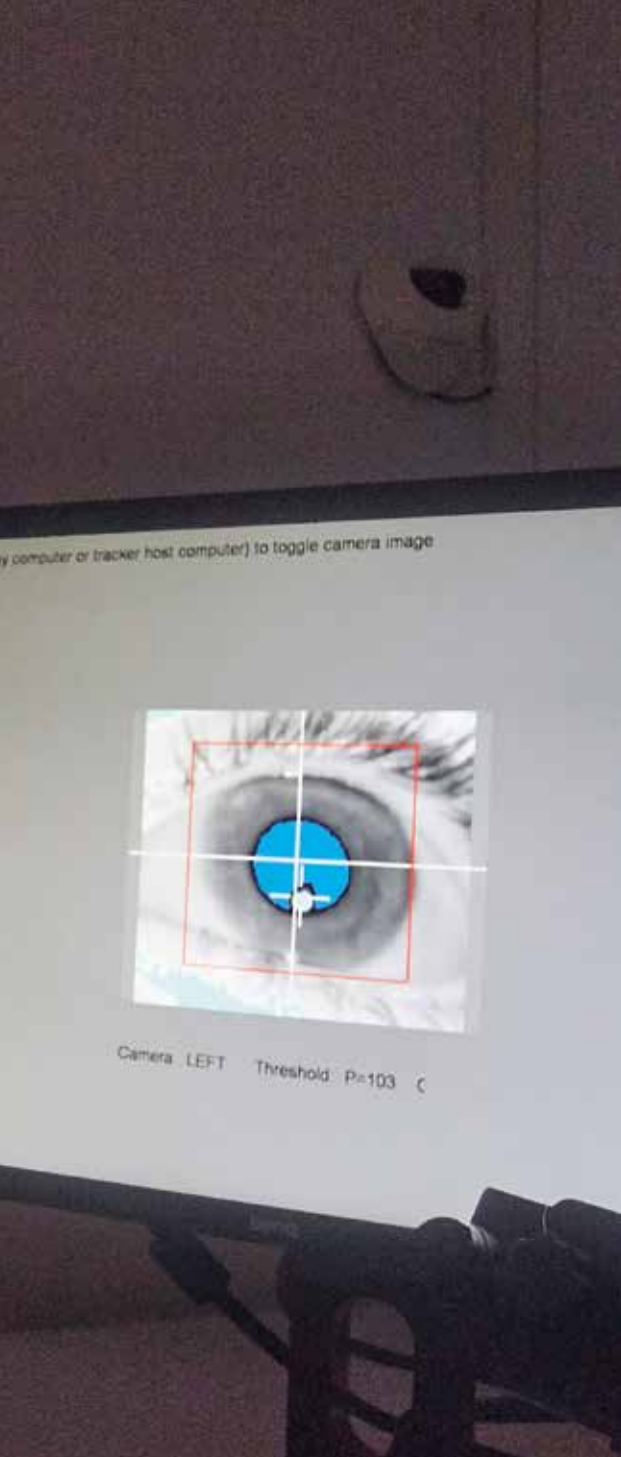


# Virtual Reality im Dienst der Kognitionspsychologie

Szenenwissen macht die Verarbeitung  
von Seheindrücken effizienter

*von Jessica Klapp*

Der Aufbau unserer Umwelt folgt bestimmten Regelmäßigkeiten, die für uns so selbstverständlich sind, dass wir ihrer kaum bewusst sind. Doch würden Sie die Milch unter dem Bett suchen oder das Kissen in der Badewanne? Wohl kaum. Die Psychologin Prof. Melissa Lê-Hoa Võ untersucht das erlernte Regelwerk, die Entwicklung von sogenanntem Szenenwissen, mithilfe psychophysischer Verfahren, Blickbewegungs- und Hirnpotenzialmessungen.



**D**ie Sonne scheint, rund um die Piazza drängen sich Cafés, Gelaterias und Restaurants. Der Duft mediterranen Essens liegt förmlich in der Luft und der Klang italienischer Musik in den Ohren, als ich mich umsehe. Stutzig macht mich eine Mauer inmitten des Platzes, braune Kisten stehen davor auf dem Boden. Darüber – ich traue meinen Augen kaum – schweben Bälle. Mit einer schwungvollen Handbewegung befördere ich einen in Richtung Wand, die bei der Berührung mit dem Ball ein Loch bekommt.

Meine abenteuerlichen italienischen Momente werden jäh unterbrochen, indem ich die Brille, die ich trage, absetze. Der Ausflug in die virtuelle Realität ist beendet und ich finde mich in einem

Laborraum des Instituts für Psychologie an der Goethe-Universität wieder; das Wetter so gar nicht italienisch sonnig, die Atmosphäre freundlich, aber nüchtern.

Ich bin zu Gast im Wahrnehmungslabor von Melissa Lê-Hoa Vö, Professorin für Allgemeine Psychologie. Seit 2014 leitet die nun 36-jährige gebürtige Münchnerin eine eigene Forschungsgruppe an der Goethe-Universität. Von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Emmy Noether-Programms gefördert, beschäftigt sich ihr Projekt mit der Entwicklung und Nutzung von sogenanntem Szenenwissen. »Wenn wir einen bestimmten Gegenstand in einer Szene suchen, scheinen wir genaue Vorstellungen darüber entwickelt zu haben, welche Objekte wir wo suchen und finden müssen. Der Aufbau unserer Umwelt folgt bestimmten Regeln, die wir als Szenengrammatik oder Szenenwissen bezeichnen. So suchen wir die Milch selbst in einem fremden Haushalt im Kühlschrank in der Küche und nicht etwa im Schlafzimmer unter dem Bett«, erklärt Melissa Vö. Bei der Erforschung dieser natürlichen Szenen interessiert die Forscher insbesondere, wie wir unsere Umgebung wahrnehmen. Bei welchen Gegebenheiten merken wir besonders auf? Und an was würden wir uns später erinnern? Dabei laufen viele dieser kognitiven Prozesse wie Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und Gedächtnis wie automatisiert ab – wir denken nicht darüber nach, wie wir uns in unserer Umgebung orientieren, Objekte finden und mit ihnen interagieren.

Bereits während ihrer Dissertation an der Ludwig-Maximilians-Universität München beschäftigte sich die Kognitionspsychologin mit der Tatsache, dass unser menschliches Gehirn Objekte ähnlich wie Wörter im Kontext verarbeitet. »Es gibt eindeutige Parallelen zwischen Sprachverarbeitung und der Verarbeitung von Objekten in Szenen. Deshalb haben wir uns an den Begriff der Grammatik aus der Sprachforschung gelehnt. Wir scheinen ein Vorwissen und Erwartungen darüber zu haben, wo Objekte in Szenen ihren Platz haben, ähnlich wie Wörter im Satz. Das hilft uns, unsere Aufmerksamkeit und Handlungen effizient zu steuern. Wir wissen beispielsweise, dass zwei Objekte sich nie am gleichen Ort befinden oder sich nicht schwebend im Raum bewegen. Wir wissen aber, dass wir Gabeln in der Nähe der Messer finden oder Bildschirme oberhalb von Tastaturen.«

Während sie zu Beginn ihrer Dissertation mit einfach strukturiertem Bildmaterial arbeitete, entwickelte Melissa Vö bald eigenes, komplexeres Material: »Das T unter Ls zu finden oder das rote Dreieck unter vielen roten Vierecken war mir zu weit von der Realität entfernt. So habe ich angefangen, Bildmaterial selbst zu generieren;

**1** Wohin schaut die Probandin? Auf welche optischen Reize reagiert sie? Neueste Technik erfasst die Blickbewegungen der Probandin in höchster zeitlicher und räumlicher Auflösung und sendet sie an verschiedene Analysecomputer. Bildmaterial kann ad hoc auf dem Bildschirm verändert werden, je nachdem, wohin der Blick des Betrachters gerade schweift.



**2** Im Scene Grammar Lab werden oft Bilder dargeboten, die Objekte in unerwarteten oder schier unmöglichen Positionen zeigen. Die Reaktionen der Probanden werden mittels Blickbewegungs- und Hirnpotentialmessungen erfasst. Sie sollen Aufschluss darüber geben, auf welchem Regelwerk an Erwartungen die Wahrnehmung unserer visuellen Umwelt basiert.

hochgradig kontrolliertes Material, das natürliche Szenen zeigt.« Denn Bilder spielen bei der Erforschung des Szenenwissens eine bedeutende Rolle. Einen Großteil der Arbeit steckt die Gruppe deshalb in die Herstellung von Bildmaterial und Manipulationen von Fotografien. Daraus ist die Datenbank *SCEGRAM* entstanden, die Informationen und Auftretenshäufigkeiten zu typischen Standorten von Objekten in Szenen erfasst und auch Wissenschaftlern aus anderen Bereichen zur Verfügung steht.

### Auf visueller Suche

Dr. Dejan Draschkow, der schon seit 2012 mit Prof. Vö zusammenarbeitet, gibt mir erste Einblicke in das für die Forschung relevante Bildmaterial und begibt sich mit mir auf visuelle Suche. Für den Bruchteil einer Sekunde gewährt er mir einen Blick auf ein absichtlich verschwommen gehaltenes Bild. »Welchen Raum haben Sie gesehen?« Etwas unsicher vermute ich ein Bad. Tatsächlich liege ich richtig. Draschkow erklärt: »Probanden können im Bruchteil einer Sekunde erkennen, welchen Raum sie sehen. War es ein Badezimmer oder eine Küche? Und das, obwohl sie die einzelnen Objekte in dem Raum NICHT erkennen können. Dies zeigt, dass das Ganze mehr ist als nur die Summe seiner Teile. Deswegen untersuchen wir die Rolle vom Kontext auf unsere Wahrnehmung und Gedächtnisleistung.«

Visuelle Suche und auch die Suche nach Objekten in Szenen scheint also gesteuert zu sein durch Erwartungen. Diese Erwartungshaltungen helfen uns, effizient mit unserer Umwelt zu agieren, denn das Gedächtnis merkt sich ganz natürlich, was wo zu suchen ist. Um das noch einmal zu verdeutlichen, erscheint auf dem Bildschirm vor mir eine kurze Video-

sequenz, ebenfalls verschwommen. Ein Schreibtisch lässt sich erahnen. Als Dejan Draschkow nach und nach auflöst, welche Objekte zu sehen sind, bin ich überrascht. Zwar handelt es sich um eine Bürosituation, doch die Szene ist manipuliert: So liegt rechts neben der Tastatur, wo

## KOGNITIONSPSYCHOLOGIE

**D**er Begriff »Kognition« kommt aus dem Lateinischen (»cognoscere«) und bedeutet »erkennen, wissen«.

Die kognitive Psychologie ist ein zentraler Bestandteil der Allgemeinen Psychologie und beschäftigt sich mit der Art und Weise, wie der Mensch Informationen aus seiner Umwelt wahrnimmt, wie diese Informationen verarbeitet und gespeichert werden und wie wir Informationen wieder abrufen. Dazu zählen höhere kognitive Prozesse wie

- Denken
- Aufmerksamkeit
- Lernen
- Gedächtnis
- Wahrnehmung
- und Sprache.

Um diesen Phänomenen auf die Spur zu kommen, nutzt die Kognitionspsychologie unterschiedliche Methoden. Dazu zählen bildgebende Verfahren der Medizin wie Computertomographie (CT) oder funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT), Messungen der Gehirnaktivität mit dem Elektroenzephalogramm (EEG) oder der Magnetenzephalographie (MEG) sowie Blickbewegungs- und Reaktionszeitmessungen.



## ZUR PERSON

**Prof. Dr. Melissa Lê-Hoa Võ**, Jahrgang 1981, studierte Psychologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Nach ihrer Promotion im Rahmen des Exzellenzclusters »Cognition for Technical Systems« ging sie als Postdoktorandin zuerst an die Edinburgh University und dann fünf Jahre in die USA. Dort forschte sie im Visual Attention Lab der Harvard Medical School und am Brigham and Women's Hospital in Boston. 2014 erhielt die gebürtige Münchnerin mit Migrationshintergrund (Tochter einer amerikanischen Mutter und eines vietnamesischen Vaters) den Ruf an die Goethe-Universität Frankfurt und hat dort seitdem die Professur für Allgemeine Psychologie inne. Ihre Forschung wird im Rahmen des Emmy Noether-Programms der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. In Frankfurt hat sie ein Wahrnehmungslabor, das Scene Grammar Lab, aufgebaut und beschäftigt sich mit einer Vielzahl von Aspekten der visuellen Kognition, hauptsächlich mit visueller Aufmerksamkeit und Wahrnehmung sowie visuellem Gedächtnis während der Szenenwahrnehmung. Außerhalb des Labors verbringt Melissa Võ am liebsten Zeit in natürlichen Bergszenerien gemeinsam mit ihrem Mann und ihrer Tochter.

ich die Maus vermutet habe, ein Schraubenzieher. Das Telefon ist keines, sondern ein Schuh, mit dem telefoniert wird.

Melissa Võ fügt hinzu: »Am Ende einer visuellen Suche bitten wir unsere Probanden häufig darum, eine Szene noch einmal aufzuzeichnen oder die Objekte aufzuzählen – ein Überraschungs-Gedächtnistest. Das Resultat ist spannend, denn es spielt eine große Rolle, ob wir die Person vor dem Betrachten der Szene anweisen, sich Objekte zu merken, oder ob wir die Person – ohne das Wissen um den Test – einfach suchen lassen. Paradoxerweise ist die Gedächtnisleistung bei den Personen signifikant stärker, die die einzelnen Objekte gesucht und gefunden haben als bei den Personen, die sich explizit Objekte merken sollten. Dies bedeutet für uns, dass bei der visuellen Suche eine starke Auseinandersetzung mit der Szene stattfindet und sich Objekte besser einprägen.«

Aus dieser Erkenntnis entstand ein anwendungsbezogener Ansatz, der gerade älteren und demenzkranken Menschen bei Beeinträchtigungen der Gedächtnisleistung helfen soll. Die Hoffnung, so Võ, sei es, aus den in der Studie gewonnenen Ergebnissen Strategien zu entwickeln, die die Verbesserung der Gedächtnisleistung unterstützen.

### Umwandlung der Bilder in elektrische Impulse

Das Betrachten manipulierter Bilder wie jenen mit schwebenden oder ausgetauschten Gegenständen erzeugt im Gehirn eine Veränderung der Hirmpotenziale. Diese Veränderung erfassen die Wissenschaftler unter anderem mithilfe des Elektroenzephalogramms, kurz EEG, ein in der kognitionspsychologischen Forschung häufig eingesetztes und unverzichtbares Verfahren. Metallelektroden, gleichmäßig auf der Kopfhaut

verteilt, messen die durch das Gehirn erzeugten elektrischen Potenziale an der Schädeloberfläche. Der Computer zeichnet sie auf. Bei den Auswertungen stellten die Forscher fest, dass sich dabei ähnlich wie beim Lesen oder Hören eines semantisch inkohärenten Satzes auch beim Betrachten eines manipulierten Bildes die sogenannte N400-Komponente ergibt.

»Während wir bei einem Satz wie ›Kinder essen zum Frühstück Socken‹ nach circa 400 Millisekunden eine Reaktion im Gehirn messen können, geschieht dies auch bei manipulierten Bildern. Diese ›Verletzungen‹ können semantischer, beispielsweise die Milch im Bad, oder syntaktischer Natur sein, wie etwa schwebende Schuhe«, erläutert Melissa Võ. Gemeinsam mit ihren Kollegen will sie herausfinden, ab welchem Alter wir Erwartungshaltungen haben und ob diese mit anderen kognitiven Fähigkeiten gekoppelt sind. Um noch genauere, störungsfreie Ergebnisse sowohl bei EEG- als auch bei Augenbewegungsmessungen zu erzielen, erfolgte erst vor Kurzem die Erweiterung des Labortrakts, unter anderem durch eine Messkabine. Etwas nackt sah sie während meines Besuches noch aus, aber sobald die Kabine mit den notwendigen Messgeräten vollständig ausgestattet ist, schirmt sie die Versuchspersonen zum einen vor elektromagnetischer Strahlung im Hochfrequenzbereich ab, zum anderen schützt sie vor akustisch und optisch störenden Umgebungseinflüssen.

### Visualisierung der Blickbewegungen

Beim Rundgang durch die weiteren Laborräume klärt mich Dejan Draschkow über die verschiedenen Blickbewegungsgeräte auf. Die Technik des Eye-Tracking wird in der Bildwahrnehmung



**3 Kombination zweier Technologien:** Während das Elektroenzephalogramm (EEG) beim Betrachten manipulierter Bilder Veränderungen der Hirnpotenziale misst, zeichnet der Eye-Tracker die Blickbewegungen der Probandin auf. Gleich nebenan werden die Ergebnisse am Computer ausgewertet.

eingesetzt, um die Augenbewegungen von Menschen zu erfassen. »Wir messen, welche Teile eines Bildes vom Betrachter als interessant oder wichtig befunden werden, wie schnell der Blick auf bestimmte Objekte in Szenen fällt und wie lange der Blick dort verweilt.« Durch die enge Beziehung von Augenbewegung und kognitiven Prozessen ist das Eye-Tracking von großer Bedeutung. Die videobasierten Systeme, die die Forscher verwenden, erfassen die Augenbewegungen mithilfe einer Kamera. Sowohl kopfgetragene, brillenähnliche Systeme kommen zum Einsatz als auch Remote-Eye-Tracker, die sich mit einer Kamera und Infrarot-LEDs im Computermonitor befinden. Mit dem mobilen System können sich die Versuchspersonen aktiv im Raum bewegen, Gegenstände suchen und mit ihnen interagieren.

Auch das Virtual-Reality-Headset, das ich während meines Ausflugs nach Italien tragen durfte, gehört zum alltäglichen Equipment der Forschungsgruppe. Mit ihm wird über den Computer eine virtuelle 3-D-Welt simuliert, durch die sich der Proband bewegt. Draschkow macht deutlich, was im virtuellen Raum untersucht wird: »Mit simulierten Umgebungen wie der italienischen Piazza, die Sie eingangs erlebt haben, prüfen wir, ob die Ergebnisse, die wir auf zweidimensionalen Bildschirmen feststellen, auch in einer realitätsnahen, dreidimensionalen Umgebung valide sind. Wir wollen Gesetzmäßigkeiten verstehen, mit deren Hilfe wir unsere Umwelt aufbauen und mit den Objekten in ihr interagieren.«

### **Breites Forschungsfeld mit herausragenden Zukunftsperspektiven**

Was Vö und ihre Kollegen antreibt, ist die Vielfältigkeit ihres Forschungsfeldes. »Wir kommen

### **AUF DEN PUNKT GEBRACHT**

- Szenenwissen beschäftigt sich mit unserer komplexen Umwelt. Deren Aufbau folgt bestimmten Gesetzmäßigkeiten, die wir anscheinend früh erlernen.
- Forschung zu Szenenwissen untersucht, inwiefern bestimmte Wissensstrukturen und Erwartungen an Objekte in Szenen es ermöglichen, unsere Aufmerksamkeit und Handlungen effizient zu steuern.
- Im Frankfurter Scene Grammar Lab werden die Zusammenhänge von visueller Suche, Blick- und Körperbewegungen sowie Hirnpotenzialen analysiert.
- Praktische Relevanz haben die Ergebnisse beispielsweise für Menschen mit Demenz oder Kinder mit Lernstörungen.

mit diversen wissenschaftlichen Disziplinen, aber auch Bereichen außerhalb der Wissenschaft in Kontakt«, sagt Melissa Vö. »Das Potenzial ist enorm und unsere Ergebnisse haben konkreten Nutzen.«

Die Erforschung von Szenenwissen speziell im Kindesalter ist eines der Felder, mit denen sich die Arbeitsgruppe sehr intensiv auseinandersetzt. Ziel des Projekts *SCESAM*, das mit der Unterstützung von IDEa – einem interdisziplinären Forschungszentrum – initiiert wurde, ist es, eventuelle kognitive Defizite wie eine Leserechtschreib-Schwäche frühzeitig zu erkennen



und zu behandeln. Mit einem mobilen Forschungslabor finden die Studien direkt vor der Kita statt: »Ab wann und wie erwerben Kinder eine Szenengrammatik? Um das herauszufinden, zeigen wir den Kindern Bilder und zeichnen ihre Blickbewegungen auf. So arbeiten wir beispielsweise mit »ungrammatischen« Bildern, auf denen etwa der Schuh anstelle eines Topfes auf dem Herd steht, und beobachten die Reaktionen mithilfe einer Eye-Tracking-Kamera. Verhält sich eines unter vielen Kindern anders, interessiert uns, ob ein Zusammenhang zur sprachlichen Entwicklung und dem Aufmerksamkeitsverhalten besteht.«

Auch Bereiche wie die Medizin ziehen Nutzen aus den Ergebnissen. »Wir haben die Blickbewegungen von Radiologen bei der Betrachtung von Röntgenbildern gemessen und untersucht, welche Strategien sie zur Erkennung von Tumoren nutzen und mit welchem Erfolg diese Strategien einhergehen«, erklärt Melissa Vö. Ebenso von Bedeutung sind die Forschungsergebnisse bei der Handgepäck-Sicherheitskontrolle an Flughäfen. Wie entscheiden Mitarbeiter, welche Gepäckstücke näher geprüft werden müssen? Warum wurde ein gefährlicher Gegenstand nicht gefunden? Hat der Kontrolleur nicht auf diesen Bereich geschaut? Oder hat er darauf geschaut, diesen Teil aber nicht für wichtig erachtet?

»Kollaborationen bereichern unsere tägliche Arbeit«, meint Vö. »Unser Forschungsbereich hat hohes Zukunftspotenzial. Möglichkeiten zur Weiterentwicklung gibt es auch methodisch: So versuchen wir, Blickbewegungs- mit Hirnpotenzialmessungen zu kombinieren. Dies ist bislang nur eingeschränkt möglich, da die Auswertung der Hirnpotenziale

durch die natürlichen, muskulär bedingten Augenbewegungen noch zu viele Störfaktoren enthält. Daran arbeiten wir«, so die Psychologin, der man die Leidenschaft für ihre Arbeit anmerkt. »Uns freut jeder gelungene Brückenschlag zwischen unserer universitären Grundlagenforschung und ihrer Anwendung in verschiedenen praktischen Bereichen des Lebens. Die Erforschung des Szenenwissens führt uns sicherlich noch in viele ungeahnte Bereiche.« ●

**4 Eintauchen in den virtuellen Raum: Eine Probandin mit Virtual Reality-Brille. Die Arbeitsgruppe von Prof. Melissa Vö untersucht, wie wir Szenenwissen nutzen, während wir uns aktiv in einer simulierten, realitätsnahen 3-D-Umgebung bewegen, dort nach Objekten suchen und mit ihnen interagieren.**



### Die Autorin

**Jessica Klapp**, Jahrgang 1980, ist freie Wissenschaftsredakteurin. Nach dem Abschluss eines philologischen Studiums an der Georg-August-Universität Göttingen absolvierte sie ein PR-Volontariat und arbeitete auf Agentur- und Unternehmensseite. Mit ihrer Leidenschaft für wissenschaftliche Themen begibt sie sich gerne auf die Pirsch von neuen Erkenntnissen und Ideen, die uns vom Heute ins Morgen führen, und ergründet die Welt der Wissenschaft in all ihren spannenden Facetten.

[jessica.klapp@quantum-scio.com](mailto:jessica.klapp@quantum-scio.com)