

Nils Rohde
 Kathrin Winterink
 Maria Opfermann
 Stefan Rumann

Universität Duisburg-Essen

Blickbewegungen Studierender beim Betrachten von Fotografien chemischer Versuchsaufbauten

Das im Folgenden dargestellte Forschungsvorhaben untersucht Blickbewegungen Studierender bei der Betrachtung von Fotografien chemischer Versuchsaufbauten. Es handelt sich um eine explorativ-qualitative Studie, die zunächst klären soll, ob und – falls ja, welche – Unterschiede in den Blickbewegungen von Studierenden mit unterschiedlich hoher Expertise beobachtet werden können. Ziel ist die Generierung von Hypothesen, die in einer quantitativen Folgestudie überprüft werden können.

Theoretischer Hintergrund

In der psychologischen Forschung herrscht weitgehend Einigkeit darüber, dass im Langzeitgedächtnis in Form von Schemata gespeichertes Vorwissen jegliche Informationsverarbeitung des Menschen entscheidend beeinflusst (z. B. Renkl, 1996). Diese Beeinflussung beschränkt sich dabei nicht allein auf kognitive Prozesse im dem Langzeitgedächtnis unmittelbar vorgeschalteten Arbeitsgedächtnis. Schon früh beschrieben Atkinson und Shiffrin (1968), dass das Vorwissen bereits den Prozess der (visuellen) Wahrnehmung im Sinne einer Selektion von Informationen aus der Umwelt maßgeblich mitbestimmt. Auch Just und Carpenter (1976) postulierten schon früh einen Zusammenhang zwischen Blickbewegungen und kognitiven Prozessen. Entsprechend ist zu erwarten, dass sich Unterschiede im Vorwissen in der visuellen Wahrnehmung z. B. beim Betrachten von Bildern oder beim Lesen von Texten widerspiegeln. Moderne Eye-Tracking-Systeme erlauben die Erfassung und Quantifizierung von Blickbewegungen zur Erforschung solcher Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsprozesse. Die aus der Gedächtnisforschung abgeleitete Vermutung, dass sich die Expertise von Personen bereits auf deren selektive Wahrnehmung bei der Informationsaufnahme auswirkt, konnte in der Eye-Tracking-Forschung bereits in zahlreichen Studien an verschiedenartigen Stimuli, z. B. für Schachspielende, beobachtet werden (Antes & Kristjanson, 1991; Charness, Reingold, Pomplun & Stampe, 2001; Hannus & Hyönä, 1999; Humphrey & Underwood, 2010). Auch im Kontext der Naturwissenschaften konnten expertise-basierte Blickbewegungsunterschiede vielfach nachgewiesen werden (u. a. Canham & Hegarty, 2010; Sumfleth & Gnoyke, 1996; Voßkübler, 2010). Die Ergebnisse solcher Blickbewegungsforschung zeigen zum einen, *dass* die Wahrnehmung in der Tat vom Grad der domänenspezifischen Expertise beeinflusst wird und liefern außerdem Hinweise, *wie* sich die Wahrnehmung bei zunehmender Expertise verändert. Die Quantifizierung solcher Unterschiede beruht in den bisherigen Studien meist auf einzelnen Blickparametern, wie z. B. der Anzahl der Fixationen auf relevante Bereiche von eingesetzten Stimuli (Jarodzka, Scheiter, Gerjets & Van Gog, 2010). Komplexere Unterschiede in den Blickbewegungen werden oftmals deskriptiv mithilfe von Blickpfaden und so genannten Heatmaps visualisiert und interpretiert (Holmqvist, 2011). Möglichkeiten zur algorithmischen Unterscheidung von Blickpfaden werden u. a. bei Privitera und Stark (2000) beschrieben. Blickbewegungen und Blickbewegungsmuster werden jedoch nicht ausschließlich vom domänenspezifischen Vorwissen bzw. der Expertise determiniert. Erheblichen Einfluss auf die Blickbewegungen haben u. a. auch die gestellte Aufgabe, die Salienz des Stimulus sowie weitere individuelle Charakteristika von Personen (z. B. Einstellungen, Lernstrategiepräferenzen, ...). Generell

findet sich in der Eye-Tracking-Forschung eine hohe Zwischensubjektvarianz hinsichtlich vieler Blickbewegungsparameter (Voßkühler, 2010).

Explorative Studie zur Generierung von Hypothesen

In einem ersten Schritt sollen durch den explorativen Zugang Hypothesen zu etwaigen Unterschieden in den Blickbewegungen generiert werden. Diese Hypothesen werden in einer Folgestudie überprüft.

Stichprobe

Für die Exploration wurden zwei Stichproben akquiriert. Stichprobe 1 ($N = 20$) bestand aus je 10 Novizen und Experten. Novizen waren hierbei Studierende, die Studiengänge belegen, in welchen kein Chemiepraktikum besucht wird; Experten waren Chemiestudierende höheren Semesters und studentische Hilfskräfte sowie Assistentinnen und Assistenten aus organisch-chemischen Laborpraktika. Stichprobe 2 ($N = 18$) bestand aus 18 Chemiestudierenden, die zu zwei Messzeitpunkten, unmittelbar vor und nach ihrem organisch-chemischen Anfängerpraktikum, getestet wurden (Prä-Post-Vergleich).

Messequipment (Hardware, Software) und präsentierte Stimuli

Die Blickbewegungsmessung wurde mithilfe des Remote Eye-Tracking-Systems RED500 der Fa. SMI durchgeführt, welches eine hohe Genauigkeit (0.4°) und Sampling-Geschwindigkeit (500 Hz) bei komfortabler Bewegungsfreiheit realisiert. Softwareseitig wurde die Messung und Auswertung vorrangig mittels der SMI Experiment Suite™ 360° ausgeführt. Für einzelne Analysen ist OGAMA, eine Open-Source-Softwarelösung zur Auswertung von Blickbewegungen, vorgesehen (Voßkühler, Nordmeier, Kuchinke & Jacobs, 2008). Als Stimuli für die Exploration dienten hochauflösende Fotografien von chemischen Versuchsaufbauten. Diese entstammten Versuchsvorschriften der Anfängerpraktika in der organischen Chemie und umfassten u. a. einfache und fraktionierende Destillationsapparaturen, Aufbauten für Extraktionen nach Soxhlet und Apparaturen zum Sieden unter Rückfluss. Um die visuelle Auffassungsfähigkeit zu überprüfen, wurden zusätzliche Stimuli aus „dem Alltag“ dargeboten.

Vorgehensweise

Die Teilnehmenden wurden zunächst kurz begrüßt, über den Ablauf informiert sowie über Besonderheiten der Eye-Tracking-Messung aufgeklärt. Dem Ausfüllen eines demographischen Fragebogens schloss sich die Positionierung der Teilnehmenden vor dem Eye-Tracking-Systems an. Es wurde eine 5-Punkt-Kalibrierung vorgenommen, ein Stimulus zur Eingewöhnung präsentiert und erneut kalibriert. Um die Daten später auch in Bezug auf weitere lernbezogene Indikatoren analysieren zu können, wurden die Teilnehmenden zudem gebeten, laut zu denken. Zu den Stimuli, die Versuchsaufbauten zeigten, wurde jeweils ein von zwei Aufgabentypen präsentiert: Entweder musste ein Gerät innerhalb des Aufbaus identifiziert oder ein Fehler im Versuchsaufbau gefunden werden. Zur Bearbeitung jedes der Bilder hatten die Studierenden jeweils 20 Sekunden Zeit.

Auswertung und erste Ergebnisse

In einem ersten Auswertungsschritt wurden die kumulierten Fixationszeiten und die Blickpfade mithilfe von Visualisierungen, u. a. Heatmaps aus SMI BeGaze™, auf Unterschiede untersucht. Zunächst wurden dabei alle Stimuli von der Analyse ausgeschlossen, deren zugehörige Aufgaben von Experten zu selten bzw. von Novizen zu häufig richtig gelöst wurden, d. h. zu leichte und zu schwere Aufgaben.

Wie angenommen, zeigen sich für beide Stichproben Blickbewegungsunterschiede in Abhängigkeit von der Expertise der Probandinnen und Probanden. Mit zunehmender

Expertise werden Geräte besser identifiziert und Aufbaufehler schneller gefunden. Die Prä-Post-Unterschiede fallen jedoch insbesondere für die Suche nach Aufbaufehlern geringer aus als im Experten-Novizen-Vergleich. Abbildung 1 zeigt aus den Rohdaten mit BeGaze™ berechnete Heatmaps für einen Stimulus, bei dem Aufbaufehler gefunden werden sollten (Sicherung von Destillationsvorstoß und –spinne fehlen).

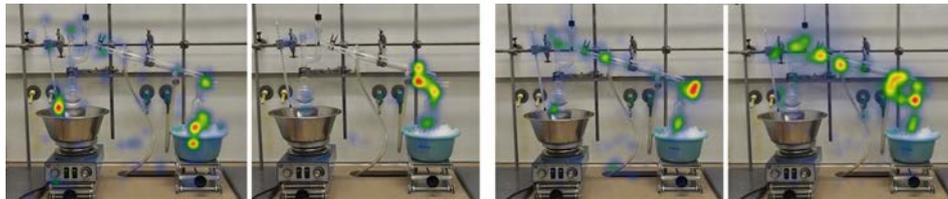


Abb. 1: Heatmaps - linkes Bilderpaar: Novizen vs. Experten, rechtes Paar: Prä vs. Post

Blickbewegungsunterschiede zeigen sich außerdem im Hinblick auf die anteilige Aufmerksamkeit, welche relevanten Bereichen (in denen üblicherweise Fehler auftauchen können), dem Zielbereich (Fehlerstelle) bzw. unwichtigen Bereichen durch Blicke gewidmet wird. Novizen fixieren häufiger irrelevante Bereiche als Experten, Experten hingegen richten ihre Aufmerksamkeit häufiger und länger auf relevante Bereiche einer Apparatur als Novizen. Darüber hinaus lösen die Studierenden nach ihrem Praktikum Fehlersuchaufgaben zwar häufiger richtig als vor dem Praktikum, jedoch insgesamt noch deutlich seltener als die Experten. Weitere Auswertungen, insbesondere der Blickpfade mittels algorithmischer Vergleiche, erste quantitative Vergleiche der Fixationszeiten und -häufigkeiten sind in Vorbereitung.

Literatur

- Antes, J. R. & Kristjanson, A. F. (1991). Discriminating artists from nonartists by their eye-fixation patterns. *Perceptual and motor skills*, 73 (3 Pt 1), 893–894.
- Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1968). Human Memory: A Proposed System and its Control Processes. In *(Psychology of Learning and Motivation, Bd. 2, S. 89–195)*. Elsevier.
- Canham, M. & Hegarty, M. (2010). Effects of knowledge and display design on comprehension of complex graphics. *Learning and Instruction*, 20 (2), 155–166.
- Charness, N., Reingold, E., Pomplun, M. & Stampe, D. (2001). The perceptual aspect of skilled performance in chess: Evidence from eye movements. *Memory & Cognition*, 29 (8), 1146–1152.
- Hannus & Hyönä. (1999). Utilization of Illustrations during Learning of Science Textbook Passages among Low- and High-Ability Children. *Contemporary educational psychology*, 24 (2), 95–123.
- Holmqvist, K. (2011). *Eye tracking. A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford [u.a.]: Oxford Univ. Press.
- Humphrey, K. & Underwood, G. (2010). The potency of people in pictures: evidence from sequences of eye fixations. *Journal of vision*, 10 (10), 19.
- Jarodzka, H., Scheiter, K., Gerjets, P. & van Gog, T. (2010). In the eyes of the beholder: How experts and novices interpret dynamic stimuli. *Learning and Instruction*, 20 (2), 146–154.
- Just, M. A. & Carpenter, P. A. (1976). Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology*, 8 (4), 441–480.
- Privitera, C. M. & Stark, L. W. (2000). Algorithms for defining visual regions-of-interest: comparison with eye fixations. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 22 (9), 970–982.
- Renkl, A. (1996). Vorwissen und Schulleistung. In J. Möller & O. Köller (Hrsg.), *Emotionen, Kognitionen und Schulleistung* (S. 175–190). Weinheim: Beltz.
- Sumfleth, E. & Gnoyke, A. (1996). Blickbewegungen von Chemikern und Nichtchemikern beim Betrachten von fachlichen Abbildungen. *Chimica didactica*, 22 (2), 203–224.
- Voßkühler, A., Nordmeier, V., Kuchinke, L. & Jacobs, A. (2008). OGAMA (Open Gaze and Mouse Analyzer): Open-source software designed to analyze eye and mouse movements in slideshow study designs. *Behavior Research Methods*, 40 (4), 1150–1162.
- Voßkühler, A. (2010). *Blickbewegungsmessung an Versuchsaufbauten*. Zugl.: Berlin, Freie Universität, Dissertation, 2010. Berlin.