

# Entwicklung eines Werkzeugs zur automatischen Evaluation der Kompetenzen beim Mikroskopieren mithilfe von Eyetracking

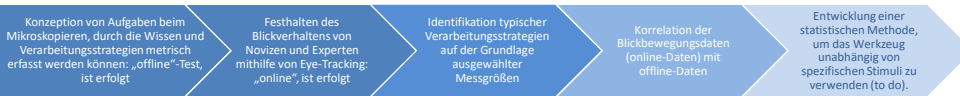
Lissy Jäkel  
Johannes Gerwien

## Einleitung

Das Mikroskopieren ist eine wesentliche Kompetenz des Erkenntnisgewinns. Ihr Erwerb ist ein langwieriger Prozess. Wir arbeiten an der Entwicklung eines Werkzeugs zur effektiven Evaluation der Kompetenzen im Umgang mit Mikroskopen bzw. digitalen histologischen Bildern. Dieses Werkzeug soll mithilfe der Analyse von Blickbewegungen (Eyetracking) Aufmerksamkeitsmuster feststellen, die für bestimmte Entwicklungsstufen klassifiziert werden können. Eine deutliche Korrelation zwischen Blickbewegungsmessungen (Online) und Offline-Performanz von Probanden sollte zur Validierung nachgewiesen werden. Der Einsatz eines solchen Diagnostik-Tools auf der Grundlage von Daten zu Augenbewegungen ist vielfältig. Es kann genutzt werden, um Fähigkeiten nach einem Studium zu ermitteln oder über den Erfolg verschiedener Vermittlungsstrategien Auskunft geben. Kastenhofer (2004) bezeichnet trainiertes wissenschaftliches Mikroskopieren im Biologiestudium als „eingebühtes richtiges Sehen“, um Muster und Strukturen zu erkennen, Unwesentliches auszufiltern, ungeachtet der Größendimensionen. Die konzeptionell begründete Nutzung der Mikroskopie zum Erkenntnisgewinn und zur Problemlösung gilt als wichtiger Teil des Mikroskopierens, insbesondere im Hinblick auf das Zellkonzept (Jäkel 2012). Mikroskopie ist nicht auf praktische Arbeitstechniken (lab work) zu reduzieren, sondern trägt wesentlich zum Verständnis der Nature of Science (NoS) bei.

## Fragestellungen

- Wie kann Mikroskopier-Kompetenz, die über technisches Know How hinausgeht, mit Offline-Methoden ermittelt werden?
- Mithilfe welcher statistischen Methoden lässt sich das Blickverhalten beim Mikroskopieren am besten erfassen?



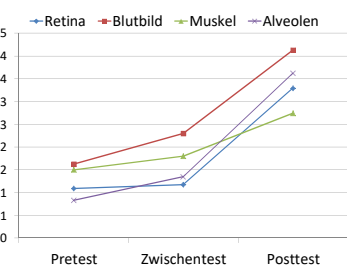
## Kompetenzdiagnostik - Entwicklung geeigneter Methoden

**Offline-Messung der Performanz:** Die Probanden deuten humanbiologische histologische Bilder (Paper-Pencil-Tests, metrische Daten in einer Skala von 0 bis 5, 2016 n=78, Cronbachs  $\alpha$  .629) zu Muskel, Lunge, Blut und Auge bzw. Nerven. Sie identifizierten Zellkerne, Erythrozyten u.a. Zellstrukturen, die Seminargegenstand waren.

**Online-Messung der Performanz:** 30 Studierenden zum Lehramt Biologie sowie 30 Studierenden der Linguistik (Fachfremde) wurden alternierend jeweils 4 Sequenzen à 3 histologische Bilder und kontrastierende nichtbiologische Stimuli präsentiert. Zur Messung der Blickbewegungen wurde ein Remote Eyetracker verwendet (RED 250 mobile von SMI, Abtastrate 250 Hz, mean gaze position accuracy 0,4°).

## Ergebnisse und Deutung

**Offline – Test**  
Die Fähigkeiten der meisten Lehramtsstudierenden, histologische Strukturen zu deuten und ein angemessenes Zellkonzept zu entwickeln, verbessern sich bei problemorientiertem Vorgehen über ein Semester signifikant (Abbildung 1). Die Effekte sind reproduzierbar im Folgesemester. Der Test scheint geeignet.



**Abbildung 1:** Offline - Test zur Performanz mit Interpretation histologischer Bilder, Wintersemester 2016/1, n=78, maximale Punktzahl 5 pro Stimulus



**Abbildung 2:** Beispiel für einen Stimulus bei der Aufzeichnung von Augenbewegungen Kleinhirn des Menschen *Cerebellum* gefärbt, mit Körnerschicht, Molekularschicht und Purkinje-Zellen, Lichtmikroskop bei 100-facher optischer Vergrößerung, vgl. Abbildung 3a, 3b

## Ergebnisse und Deutung

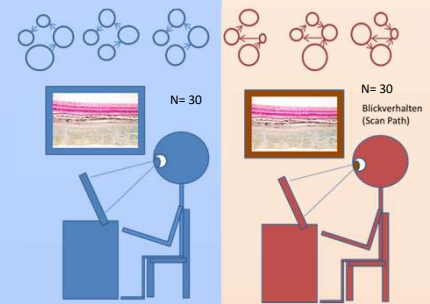
### Eyetracking/ online

Die Analyse einzelner Messvariablen (Fixationsdauer, Sakkadenhäufigkeit und -länge) zeigt keine konsistenten Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen, was sich mit früheren Befunden deckt (Berg, Jäkel & Penzes 2016). Lediglich bei der Analyse der gemittelten Sakkadenlänge zeigen sich kleinere Werte bei Probanden mit Mikroskopier-Erfahrung. Dies lässt darauf schließen, dass relevante Bereiche schneller erkannt werden und Sprünge bevorzugt zwischen diesen auftreten. In einer Erweiterung dieser Analysestrategie werden nun drei statt bisher zwei Messvariablen kombiniert: Daten zu Ort- und Dauer der Fixationen und Sakkadenhäufigkeiten.

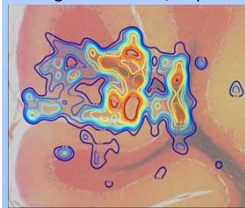
## Fazit

Die Offlinemethode erfasst Fähigkeiten, die über das technische Know How beim Mikroskopieren hinausgehen, bildet inhaltliche Details des Erkennens histologischer Strukturen aber noch zu unspezifisch ab. Bisherige partielle oder transformierte Analysestrategien zur Auswertung der Daten vom Eyetracking (Verteilungen der Sakkaden- und Fixationen, Heatmaps) konnten durch eine aktuelle Datenerhebung in interdisziplinärer Kooperation mit der Mathematischen Statistik der Universität Heidelberg evaluiert werden. Es zeigt sich deutlich, dass ein hoher Anspruch an die statistischen Methoden (ohne Informationsverlust) gestellt werden muss. Letztlich geht es um die Entwicklung einer statistischen Methode, die es erlaubt, Blickbewegungen unabhängig von spezifischen Stimuli als Indikator zu verwenden. So könnten Effekte sprachlicher u.a. didaktischer Interventionen beim Erlernen des Mikroskopierens klarer beurteilt werden.

## Schema der Aufzeichnungen von Augenbewegungen

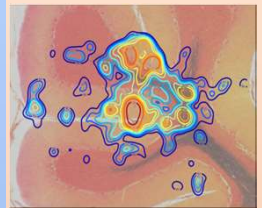


Abbildungen links: Biologiestudierende/ Experten

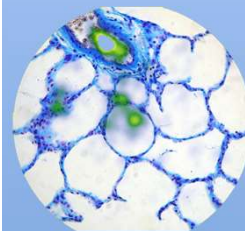


**Abbildung 3a:** Heat maps aus Daten der Gruppe mit **Erfahrung in Mikroskopie**, Ort und Dauer von Fixationen, Stimulus Kleinhirn *Cerebellum*, 100-fach vergrößert, n=30  
alle Heat maps © HULC lab  
alle histologischen Bilder © Jäkel

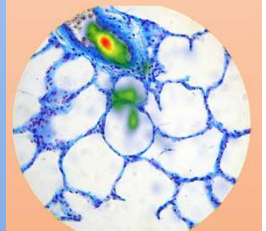
Abbildungen rechts: Fachfremde



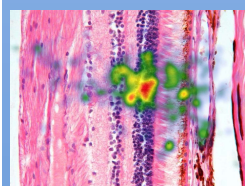
**Abbildung 3b:** Heat maps aus Daten der Gruppe ohne **Erfahrung mit Mikroskopie** (fachfremd), Ort und Dauer von Fixationen, Stimulus Kleinhirn *Cerebellum*, 100-fach vergrößert, n=30  
alle Heat maps © HULC lab  
alle histologischen Bilder © Jäkel



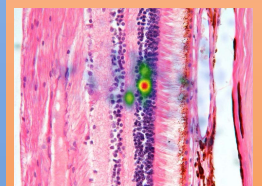
**Abbildung 4a:** Heat map Lungengewebe mit Alveolen, gefärbt, 100-fach, Biologie - Lehramtsstudierende(r)



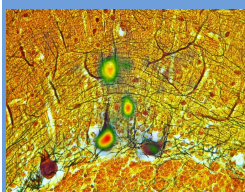
**Abbildung 4b:** Heat map Lungengewebe mit Alveolen, gefärbt, 100-fach, fachfremd



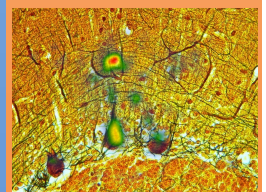
**Abbildung 5a:** Heat map Retina mit Lichtsinneszellen, 400-fach, Biologie - Lehramtsstudierende(r)



**Abbildung 5b:** Heat map Retina mit Lichtsinneszellen, 400-fach, fachfremd



**Abbildung 6a:** Heat map *Cerebellum* mit Purkinje-Zellen (Area of Interest) 400-fach, Biologie - Lehramtsstudierende(r)



**Abbildung 6b:** Heat map *Cerebellum* mit Purkinje-Zellen (Area of Interest) 400-fach, fachfremd

Literaturauswahl  
Berg, J., Jäkel, L., & Penzes, A. (2016). Digital and Conventional Microscopy - Learning Effects Detected through Eye Tracking and the Use of Interactive Whiteboards. *Universal Journal of Educational Research* 4(6), 1319-1331.  
Flecken, M., Gerwien, J., Carroll, M., & v. Stutterheim, C. (2015). Analyzing gaze allocation during language production: a cross-linguistic study on dynamic events. *Language and Cognition*, 5, 138-166.  
Jäkel, L. (2012). Working with the microscope as a problem solving process. In C. Bruguière, A. Tiberghien & P. Clément (Eds.), *E-Book Proceedings of the ESERA 2011 Conference: Science learning and Citizenship*. Part: Pre-service science teacher education, Lyon, France: ESERA.  
Kastenhofer, K. (2004). Sehen lernen und sichtbar machen. *Lehrkultur und Wissenschaftspraxis Biologie*. In S. Bösch & P. Wehling (Hrsg.), *Wissenschaft zwischen Folgeverantwortung und Nichtwissen. Aktuelle Perspektiven der wissenschaftlichen Forschung* (S. 91-26). Wiesbaden: VS.