

Konrad Kleiner*, Gergely Rakoczi**, Stefan Krimm*

Blickbewegungsverläufe (mobiles Eye-Tracking) als Element sportdidaktischer Lehr-Lern-Forschung¹.

*Fachdidaktikzentrum „Bewegung und Sport“, Zentrum für Sportwissenschaft und Universitätssport, Universität Wien

**Technische Universität Wien

Schlüsselbegriffe: Eye-Tracking, Blickverhalten im Sportunterricht, sportdidaktische Forschung,

Zusammenfassung: Mit Hilfe des technischen Verfahrens des Eye Trackings werden zwei Erkundungsstudien aus dem Bereich der Fachdidaktik „Bewegung und Sport“ vorgestellt und erörtert. Studie A thematisiert die Frage des Blickverhaltens bei der Beobachtung sportlicher Techniken (Bewegungshandlungen) vor dem Hintergrund von Rückmeldung und Fehlerkorrektur. Im Fokus der Studie B steht die Auseinandersetzung mit den Fragen, welches Blickverhalten Studierende im Rahmen ihrer aktiven Lehrtätigkeit mit Schülerinnen und Schülern im Unterricht „Bewegung und Sport“ zeigen und welchen spezifischen Informationsgewinn diese bei Anwendung des Eye Tracking-Systems erhalten. Darüber hinaus werden Informationen zur Anwendung des Eye Trackings gegeben und Erfahrungen diskutiert.

1. Ausgangssituation und Fragestellung

Seit den ersten Arbeiten Anfang des 19. Jahrhunderts² hat das Verfahren des Eye-Trackings in der Form des skleralen Kontaktlinsensystem, der Elektro-Okulographie (EOG) oder der videogestützten Eye-Tracker (z. B. Kinnstütz-, Kopfrage- und Remote-Systeme; POG, VOG) sich als Verfahren in unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen, beispielsweise in der Wahrnehmungs-, Kognitions-, Marketing- oder Usabilityforschung bewährt (Duchowski, 2007; Gollücke, 2009; Walter, 2009). Im Bereich des Sports hat das Eye Tracking in den vergangenen Jahren in verschiedenen Sparten konkrete Anwendungsfelder gefunden (z. B. Starkes, 1987; Abernethy & Russel, 1987; Shank & Haywood, 1987; Höner, 2002; Rienhoff, et al. 2009; Fischer et al., 2009; Dicks, David & Button, 2010). So sind beispielsweise Studien aus unterschiedlichen Dis-

¹ Der vorliegende Beitrag wurde in Kooperation mit folgenden Schwerpunkten verfasst: Gergely Rakoczi (technische Unterstützung, Visualisierung, Methodenbeschreibung); Stefan Krimm (Datenerhebung, Videoaufzeichnung, Organisation) und Konrad Kleiner (Projektleitung).

² Systematische Ansätze der direkten Messung der Augenbewegungen wurden um 1908 von Huey entwickelt, indem er ein Modell direkt auf die Hornhaut aufbrachte (keramische Haftscheibe mit einer Öffnung), an der ein Aluminiumzeiger befestigt war und der die Bewegungen des Augapfels auf einem Papierstreifen nachzeichnete (Gollücke, 2009, S. 8; Duchowski, 2007, S. 4ff.).

ziplinen des Spitzensports zu nennen, wie etwa Eye Tracking Untersuchungen zum Cricket (Land & McLeaod, 2000), zum Tischtennis (Rodrigues, Vickers & Williams, 2002), zum Eisschnelllaufen (Vickers, 2006), bei Drehbewegungen in der Disziplin Trampolinturnen (Heinen et al., 2008), im Handball (Zastrow & Raab, 2009), beim Basketball (Rudzitis et al., 2010; de Oliveira, et al., 2008), beim Autorennsport (Darrelmann, 2009) oder im Rahmen der Untersuchung der Okulomotorik von Sportschützen (Buchmüller, 1980). Die Schwerpunkte der erwähnten Untersuchungen konzentrieren sich auf die Optimierung der visuellen Wahrnehmungs- und Reaktionsstrategien. Beispielsweise wurde bei Vickers (2006) der Forschungsschwerpunkt auf das visuelle Fokussierverhalten von fünf Eisschnellläuferinnen der kanadischen Olympiamannschaft unter definierten Leistungsbedingungen gelegt. Als weitere Beispiele können die Studien von Höner und Sudeck (2001) zur Untersuchung der visuellen Informationsaufnahmebereitschaft beim Volleyball oder die Untersuchung der Blickbewegungen von Handballtorhütern beim Siebenmeterwurf (Roth & Schorer, 2007) genannt werden. Auch im Bereich des Sportmarketings (Le Roy & Vivier, 2008) findet die Methode des Eye Trackings intensive Anwendung.

Ziel der folgenden Ausführungen ist es, zu untersuchen, ob und in welcher Form die Methode des Eye Trackings für fachdidaktische Fragestellungen im Unterrichtsfach „Bewegung und Sport“ fungieren kann. Die Schulsportforschung der letzten Jahre (vgl. Bräutigam, 2008; Kleiner, 2009; Balz et al., 2011) zeigt keine expliziten Untersuchungen zur Blickregistrierung vor dem Hintergrund einer Fachdidaktik von „Bewegung und Sport“. Folgende Themenfelder im Bereich der Schulsportforschung könnten eine inhaltliche Bereicherung durch das Verfahren des Eye Trackings erfahren, beispielsweise Fragen zur Sicherheit (Unfallverhütung), Organisation von Gruppen (Schülerinnen und Schüler), gruppendynamische Aspekte, Raumaufteilung und Standortwahl von Lehrkräften im Unterricht in Sporthallen und im „offenen Räumen“, Wahrnehmen und Reaktionen auf das Verhalten einzelner Schülerinnen und Schüler (z. B. Anerkennung, Tadel; Feedback), Blickverhalten der Lehrkraft vor der Fehlerkorrektur (z. B. in einzelnen Sportarten), Qualität der Schiedrichterleistungen im Spiel und/oder Klassenführung. Studien zu den angesprochenen Themenfeldern wurden in der Regel auf der Grundlage systematischer Unterrichtsbeobachtung analysiert (vgl. Neumaier, 1988; Baumann, 1986; Kleiner, 1989; Balz et al., 2011). Die im vorliegenden Beitrag vorgestellten Erkundungsstudien versuchen, den Einsatz eines mobilen Eye Trackers in der Aus- bzw. Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern im Fach „Bewegung und Sport“ exemplarisch zu thematisieren. Anhand der Erfahrungen und der gewonnenen Ergebnisse werden mögliche sportdidaktische Szenarien unter Verwendung von Eye Tracking diskutiert, Nutzen und Problembereiche angesprochen sowie praktische Hinweise für Lehrende in Hinblick auf einen möglichen Einsatz dieser Technologie gegeben.

2. Forschungsfragen und Anlage der Studien

Forschungsfragen

Den in den weiteren Ausführungen skizzierten Erkundungsstudien liegen folgende zentrale Fragestellungen zu Grunde:

- Welches Blickverhalten zeigen Studierende im Rahmen ihrer aktiven Lehrtätigkeit mit Schülerinnen und Schülern im Unterricht „Bewegung und Sport“:
 - a) in unterschiedlichen Kontexten (z. B. Sporthalle, Freiplatz, offenen Bewegungsräumen; bei der Umsetzung unterschiedliche Themen, Inhalte, Sportarten, ...) und
 - b) bei ausgewählten Bewegungshandlungen (z. B. im Gerätturnen, Schwimmen, Spiel oder in der Funktion der Spielleitung, ...)?
- Welchen spezifischen Informationsgewinn erhalten Studierende bei Anwendung des Eye Tracking-Systems im Rahmen ihrer aktiven Lehrtätigkeit mit Schülerinnen und Schülern im Unterricht „Bewegung und Sport“?
- Ist der Einsatz des Verfahrens des Eye Trackings in fachdidaktischen Lehrveranstaltungen „Bewegung und Sport“ praktisch möglich und hinsichtlich der zeitlichen Ressourcen vertretbar?
- Welche positiven Zusammenhänge lassen sich ausmachen zwischen der Motivation (Interesse) der Studierenden in fachdidaktischen Lehrveranstaltungen „Bewegung und Sport“ und der Verwendung der mobilen Eye Tracking Systems?
- Ist die Eye Tracking-Technologie in Hinblick auf Robustheit, Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit in der Ausbildungspraxis anwendbar?

Anlage der Studien

Am Fachdidaktikzentrum „Bewegung und Sport“ der Universität Wien wurden verschiedene Kontexte gewählt, um Erfahrungen mit dem mobilen Eye Tracking System vor dem Hintergrund spezifischer fachdidaktischer Fragestellungen im Rahmen ausgewählter Lehrveranstaltungen³ zu sammeln. Die Anlage der Studien wird in den weiteren Ausführungen beschrieben und ausgewählte Ergebnisse werden skizzenhaft dargestellt.

³) Als Lehrveranstaltungen wurden beispielsweise die „Schulpraktische Studien 1 und 2“ und das Seminar Fachdidaktik „Bewegung und Sport“ gewählt. Die Lehrveranstaltungen sind Teil des Lehrveranstaltungsangebots im Bereich der Fachdidaktik „Bewegung und Sport“ unter der Leitung von Ao.Univ.-Prof. Dr. Konrad Kleiner

Die Hauptforschungsmethodik basiert auf der Blickbewegungsregistrierung, die als der Forschungsgegenstand umschrieben werden kann und aus Fixationen (scharfes Zentrum der visuellen Wahrnehmung) und Sakkaden (rapide Bewegungen zwischen zwei Punkten) besteht (Duchowski, 2002, S. 42ff.; Gollücke, 2009, S. 6f.). Auf der Grundlage des Eye Tracking Ansatzes werden vom visuellen Blickfeld speziell jene Objekte, Symbole und Elemente fixiert, die vom menschlichen Gehirn als kognitive Interessensindikatoren angesehen und kognitiv verarbeitet werden (Just & Carpenter, 1976; Rakoczi, 2010). In den vorliegenden Studien wurde das *Modell iView X HED* (Abb. 1) vom amerikanischen Hersteller *SensoMotoric Instruments (SMI)* verwendet. Dieser 79 Gramm schwere, monokulare nicht-invasive Tracker wird mittels eines Fahrradhelmes auf dem Kopf des Probanden fixiert, wobei die aufgezeichneten Daten über eine USB-Schnittstelle an einen stoßfesten Laptop gesendet werden.

Das technische Funktionsprinzip besteht darin, dass mit Hilfe einer singulären LED Lichtquelle (Abb. 2 [A]) über einen Spiegel [B] das linke Auge der Testperson ausgeleuchtet wird, um die koronale Reflexion zu messen. Aus der geometrischen Stellung dieser Reflexion zur Iris (siehe Abb. 3) wird die Blickrichtung bestimmt. Da die Ausprägungen dieser Werte von den Charakteristika der Augen abhängen (Rakoczi, 2010) und diese bei jedem Menschen unterschiedlich sind, müssen alle Testpersonen vor der Eye Tracking-Untersuchung individuell auf das System kalibriert werden. Die beiden Kameras (Abb. 2) dienen einerseits der Aufzeichnung der Szene, die von der Testperson wahrgenommen wird [C], andererseits für die Aufnahme des linken Auges [D], welches für die soeben genannte Bestimmung der koronalen Reflexion verwendet wird. Als Analysesoftware für die Auswertung der aufgezeichneten Eye Tracking Daten (Augenkoordinaten) wurde *SMI BeGaze* (Abb. 6) verwendet.



Abb. 1: Modell iView X HED

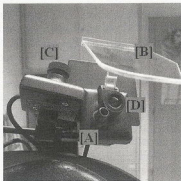


Abb. 2: Kameras des Eye Trackers

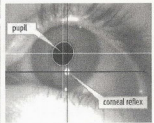


Abb. 3: Kalibrierung

Studie A

Die in den folgen Ausführungen skizzierte Studie umfasst mehr Phasen („Delphi“-Prozess). Studierende ($n=20$) der erwähnten fachdidaktischen Lehrveranstaltung wurden in Anlehnung an die Kriterien qualitativer Forschung (vgl. Frieberthäuser & Prengel, 2003, S. 599ff.) gebeten, ausgewählte Personen ($n=5$) zu befragen, die sportlich aktiv sind, jedoch keine berufliche Verankerung im Sport haben (Phase A). Die Zielgruppe wurde gebeten zu beantworten, ...

- a) welche Bewegungsmerkmale für das Gelingen bestimmter Bewegungshandlungen (z. B. „Hocke über den Kasten“, „Kippe am Reck“, „Rondat“, „Siebenmeterwurf im Handball“ u. a.) von besonderer Relevanz sind und
- b) welche (Knoten-)Punkte (Körperteile) man während der Bewegungsausführung konkret beobachten müsse, um im Anschluss daran konkretes Feedback an die Übende/n geben zu können (z. B. um eine mögliche Fehlerkorrektur anzusprechen).

Die qualitativen Interviews (Leitfadeninterviews) wurden transkribiert, nach thematischen Kategorien mit Hilfe der Strukturlegetechnik (vgl. Groeben et al., 1988; Mayring & Gläser-Zikuda, 2008;) zusammengefasst und vergleichend analysiert. Im nächsten Abschnitt (Phase B) wurden Expertinnen und Experten (Sportlehrer/innen, Trainer/innen) mit dem Ergebnis konfrontiert und gebeten, eine Stellungnahme dazu abzugeben.⁴ Diese (Leitfaden-)Interviews wurden ebenso transkribiert und mit den Ergebnissen der Interviews aus der ersten Befragung (Phase A) sowie mit spezifischen Hinweisen in der sportspezifischen (Praxis-)Literatur verglichen (Phase C). Schließlich wurden diese Aussagen aus der qualitativen (Delphi-)Studie mit den aufgezeichneten Augenbewegungen der Probanden (z. B. Studierende) in Beziehung gesetzt.

Die Analyse der Eye Tracking Aufzeichnungen⁵ geht von der Arbeitshypothese aus, dass Probanden bestimmte Abschnitte der Bewegung für den Fokus ihrer Aufmerksamkeit vorselektierten und somit gewisse Sequenzen nicht wahrgenommen haben oder nicht wahrnehmen konnten.⁶ Die Studienergebnisse machten darüber hinaus deutlich, dass die Annahmen (Selbstaussagen)

⁴ Die angesprochenen Leitfaden-Interviews (je 5 pro Bewegungshandlung) wurde nach dem Muster eingeleitet und durchgeführt: *„In einem ersten Durchgang wurde Personen befragt, welche Merkmale bei der Ausführung dieser Bewegung (Name der Bewegungshandlung wurde genannt) von Relevanz sind und wohin der Blick zu richten wäre, um eine erfolgreiche Bewegungskorrektur bei den Übungen, der diese sportliche Technik nicht ausreichend beherrscht, vornehmen zu können. Was denken Sie, als Expertin bzw. Experte, über die Aussagen und Stellungnahmen der befragten Personen?“*

⁵ In den Ausführungen wird nur dieser Teilaspekt thematisiert.

⁶ Mit Memmert (2006) kann auf das diskutierte Phänomen „looking without seeing“ bzw. auf die „enactive theories“ hingewiesen werden.

der Studierenden über die eigenen Blickstrategien bei der Beobachtung der Ausführung spezifischer Bewegungshandlungen von Schülerinnen und Schülern (z. B. motorische Fertigkeit „Rondat“) mit dem tatsächlichen (registrierten) Blickverhalten häufig nicht übereinstimmte. Auch wenn das theoretische Wissen über Funktionsphasen der Bewegungshandlung, Knotenpunkte und mögliche Fehlerquellen bei der Ausführung der Bewegungshandlung bekannt (verbal reproduzierbar) war, wurden diese „Kriterien“ visuell nicht automatisch erfasst (fixiert).⁷ Die Studie zeigt auf, dass Studierenden spezifische Unterschiede (z. B. Wissen über die Bewegungshandlung, das Beobachten spezifischer Knotenpunkte, das Nennen von Bewegungsfehlern, Qualität der Bewegungskorrektur, ...) durch die Verwendung des mobilen Eye Tracking Systems bewusst wurden und sie in weiterer Folge gezielter ihre Aufmerksamkeit steuerten. Diese Lernergebnisse bewirkten eine verbesserte Informationsaufnahme, aus welcher eine Steigerung der Unterrichtsqualität vor dem Hintergrund von „Helfen und Sichern“ (z. B. bei der Bewegungsausführung) sowie von korrigierenden Maßnahmen (Bewegungskorrektur) abgeleitet werden kann.

Am Beispiel der Bewegungshandlung „Rondat“ werden Vorgangsweise und Verwendung der Eye Tracking Methode in sportspezifischen Situationen des Unterrichts „Bewegung und Sport“ erörtert. Wie der Abbildung 4 zu entnehmen ist, nimmt das Blickverhalten (+ Fadenkreuz) der Probanden (n=20) bei nahezu allen erprobten Bewegungshandlungen einen ähnlichen Verlauf, kleinere Abweichungen gibt es lediglich in der Phase beim „Aufsetzen der Hände“. Der generelle Ablauf der Beobachtung der sportlichen Technik (Bewegungshandlung) beginnt beim Anlauf durch das Erfassen des ganzen „Körpers“. Der visuelle Fokus bleibt beim „Ansprung“ („Hopser“) in der Mitte des Körpers (Hüftbereich), wobei (teilweise) eine kurze Sakkade zum Aufsetzen der Hände erfolgt. In der Regel bleibt aber die Aufmerksamkeit im Hüftbereich bzw. beim Schließen der Beine. Danach wird bis zum Landen der Rumpf – insbesondere der Kopf- sowie der Schulterbereich fokussiert. Aus der Perspektive der Fehlererkennung lässt sich beispielsweise ableiten, dass eine Überprüfung der beidbeinigen Landung (im Sinne einer Steigerung der Beobachtungsgabe) förderlich wäre und dieser inhaltliche Aspekt zur Diskussion mit den Studierenden gestellt werden könnte (vgl. Krimm, 2010).

⁷ Die Abhängigkeit des Blickverhaltens vom Wissen über den Bewegungsablauf haben bereits Möckel, et al. (1984) und Heemsoth & Möckel (1986) nachgewiesen.

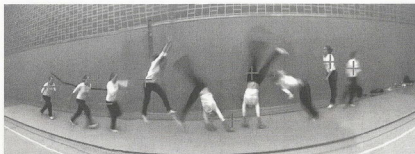


Abb. 4: Blickverhalten bei der Beobachtung der Ausführung einer sportlichen Technik (Beispiel „Rondat“, + = Fokus der Beobachtung)

Studie B

Der Lehrveranstaltungstyp, der unter der Bezeichnung „Schulpraktische Studien“ [SPS] firmiert, ist fester Bestandteil der Studienpläne im Bereich der Lehrer(innen)bildung. Im Fokus der Lehrveranstaltung steht die Auseinandersetzung mit den Fragen: „Welche fachdidaktische Kompetenz (z. B. Diagnose-, Planung-, Rückmelde-, Handlungs-, Reflexionskompetenz, ...) sollen (zukünftige) Lehrerinnen und Lehrer im Unterrichtsfach „Bewegung und Sport“ haben?“ und „Wie erlernen Studierende des Lehramts diese Kompetenzen für ihren (späteren) Beruf?“. Der Blick auf didaktische Prozesse im Unterricht im Rahmen praxisorientierter Lehrveranstaltungen erfolgt in der Regel durch „Verdichtung“ und „Selektion“ in Form der Protokollierung von Unterrichtssequenzen (Unterrichtsbeobachtung) oder in Form einer „Generalisierung“ durch „Rezepte“ (vgl. Kleiner, 2007). Vor diesem Hintergrund interessiert die Frage, was von den Studierenden im Rahmen ihrer Unterrichtstätigkeit mit Schülerinnen und Schülern bei ausgewählten Inhalten (z. B. im Gerätturnen, bei Sportspielen, ...) wahrgenommen wird? Konkret geht es um die Fragen: Wo schaut (schaut nicht) der/die Studierende im Prozess der Unterrichtsführung und Unterrichtsorganisation (a) konkret hin und (b) wie lange wird dieses Ereignis in den Blick genommen (fokussiert)? Inwieweit sind diese Kommunikationen kontextsensibel? Welche Empfehlungen lassen sich aus der Vielfalt der Ergebnisse (z. B. Organisation) für schulpraktische Lehrveranstaltungen ableiten?

Die Arbeiten von Kounin (2006), Miethling und Krieger (2004), Kleiner (2007), Scherler (2008), Lange und Sinning (2010) und Scheid und Prohl (2012) bieten hier eine wertvolle didaktische Grundlage. Mit dem technischen Hilfsmittel des Eye Trackings und (dreier) Videokameras⁸ wurden Unterrichts-

⁸) Zwei fix montierte Kameras nehmen das Geschehen in der Sporthalle in der Gesamtheit (Totale) auf und eine Videokamera begleitet die Lehrperson (Detailaufnahme) im Prozess der

einheiten in den erwähnten Lehrveranstaltungen [SPS] systematisch, inhalts-spezifisch kontrolliert aufgezeichnet und mit Hilfe von Beobachtungskategorien sowie spezifischer Software (Videograph) ausgewertet. Ergänzt wurden die Aufnahmen durch problemzentrierte Interviews („Nachträgliches Lautes Denken“) der Studierenden vor und nach der Unterrichtseinheit. Im Fokus der Analyse steht auch die Frage, wie Interventionen in die Lehrveranstaltung „Schulpraktische Studien im Fach Bewegung und Sport“ vor dem Hintergrund der Ergebnisse von Oberflächen- und Tiefenstrukturen (Choreografien) von Unterricht aussehen können, um diese Lehrveranstaltungen für die Lehrer(innen) bildung kriterienorientiert zu nutzen.

An den ausgewählten Situationen soll beispielhaft das Problem der Wahrnehmung und Beobachtung unterrichtlicher Situationen im Sinne einer „Allgegenwärtigkeit und Überlappung“ (Kounin, 2006, S. 85ff.) aufgezeigt werden.

Beispiel 1: Aufgabenstellung war, den Barren auf allen Vieren (rl. vw.) zu überwinden (Nr. 60/2; 2,5 sec). Die Abbildung 5 macht anschaulich, dass die Lehrperson intensiv (>400msec) die Knoten „Bein/Fuß“ – „Ellenbogengelenk“ – „Kopf“ und „Schulter“ als bewegungsbedeutsame Information (vgl. Göhner, 1999, S. 130) auswählt und beobachtet.

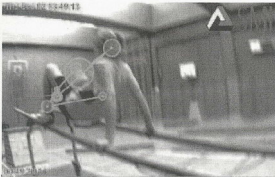


Abb. 5: Bewegungs-handlung am Barren

Beispiel 2: Zwei Schüler (A, B) stehen jeweils am Ende der Holme am Barren. Die Schüler haben die Aufgabe, ihren Platz zu tauschen. Die Schüler entscheiden sich, dass Schüler B aufrecht bleibt und den auf allen Vieren sich vorwärtsbewegenden Schüler A „übersteigt“. Der Schüler A kriecht hingegen unter Schüler B durch. Die Bildfolge zeigt, wie die am Seitenrand stehende Lehrperson die Lösung beobachtet und entsprechende „heikle Körperpunkte“ abtastet. Beispielsweise „könnte der Schüler A

mit den Knien abrutschen“, mit „den Ellenbögen einknicken“ oder nicht „durchpassen, weil er sich zu wenig klein macht“ (Aussagen).

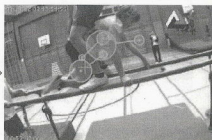


Abb. 6: Bewegungshandlung am Barren (Nr. 66/250)

Beispiel 3: Am Ende der Unterrichtseinheit fordert die Lehrkraft die Schüler auf, die verschiedenen Groß- und Kleingeräte, Matten u.a. in den Geräteraum zu bringen. An diesem Einzelbild wird veranschaulicht, wie die Lehrkraft das Wegräumen durch „Allgegenwärtigkeit“ begleitet. Einzelne Schüler und ausgewählte Geräte (z. B. an der Sprossenwand) werden „in den Blick genommen“, hingegen wird der Schüler, der vor einem Stapel an Turnbänken steht (rechter Bildausschnitt) in diesem Augenblick nicht direkt beobachtet.



Abb. 7: Bewegungshandlung am Barren (Nr. 143/6042)

3. Diskussion

Der Einsatz von mobilem Eye Tracking hat nach den Aussagen der Studierenden eine Steigerung der Sensibilität für Unterrichtsprozesse bewirkt und in weiterer Folge den Lehr-Lern-Prozess insgesamt positiv beeinflusst. Die teilnehmenden Studierenden konnten ihren Selbstinformationsgewinn optimieren. Sie sind auf Grund der Möglichkeit, das Video der Unterrichtseinheit mit dem Blickverhalten wiederholt abzuspielen in der Lage, das Unterrichtsgeschehen insgesamt und auch das eigene Blickverhalten während des Unterrichts nachträglich zu analysieren. Auf Grund der Rückmeldesysteme scheint es möglich zu sein, die Beobachtungs- und Antizipationsleistung im Lehr-Lern-Prozess zu verbessern.

Weiters ist zu erwähnen, dass die Studierenden stets über eine deutliche Steigerung der eigenen Motivation berichten und neue (unerwartete) Einsichten erzählen, die sie im Zuge des Einsatzes des mobilen Eye Trackings gewinnen konnten. Als Beispiel ist die Steigerung der Bewertungs- und der Entscheidungskompetenz bei der Beobachtung von Bewegungsabläufen zu nennen, da infolge der Eye Tracking-Methode persönliche „Schwachstellen“ der (Nicht-)Fehlererkennung identifiziert werden konnten. Durch gezieltes Training ist es in weiterer Folge möglich, die visuelle Wahrnehmungskompetenz hinsichtlich Bewegungsrhythmus, -Fluss, -Präzision sowie Kontrolle der Erhaltung des Gleichgewichts von Schülerinnen und Schülern zu schulen. Betrachtet man die vier Ebenen der Unterrichtsqualität, nämlich die Lehrperson, den Unterricht selbst, die Lernaktivität der Schülerinnen und Schüler und die Wirkungen (vgl. Zenke & Schaub, 2007), kann vermutet werden, dass alle Ebenen von den Ergebnissen des Eye Trackings betroffen und positiv beeinflusst sind.

Schließlich können die Erfahrungen mit dem mobilen Eye Tracking dazu genutzt werden, Lernunterlagen vor dem Hintergrund der Themen Sicherheit (Unfallverhütung), Standortwahl im Lehr-Lernprozess (z. B. beim Geräturnen, Spielen, ...), Fehlerkorrektur, Überlappung und Allgegenwärtigkeit, Schieds-Wettkampfrichterleistungen, u.a. zu verbessern (Demonstrationsmaterial) und die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften im Unterrichtsfach „Bewegung und Sport“ gezielt zu unterstützen. Als Beispiele sind Prozesse zur Optimierung der Aufmerksamkeitssteuerung und der Wahrnehmungsstrategien von Lehrkräften zu nennen. Insgesamt können neue „Einblicke“ in Routinehandlungen zur Unterrichtsgestaltung in offenen Bewegungsräumen gewonnen werden. Zu erwähnen ist, dass die Aufzeichnungen von deutlichen Varianzen in Hinblick auf das visuelle Blickverhalten geprägt werden und Rückschlüsse auf kognitive Prozesse sowie Aussagen über den Unterricht (Kausalketten) auf der Grundlage den reinen Augenbewegungen nicht zulässig erscheinen. Die Kontrolle der Kontextbedingungen (z. B. durch Videoaufnahmen) scheint zwingend erforderlich, um Aussagen über Interventionsmaßnahmen und intervenierende Prozesse (z. B. Schüler(innen)verhalten) machen zu können.

Als wesentliche Problemfelder von Eye Tracking sind der nicht zu unterschätzende Analyseaufwand der erhobenen Daten und die Zeitverzögerungen durch individuelle Kalibrierungen der Testpersonen zu nennen. Die Probleme kommen u.a. durch Unterschiede der „Anatomie des Auges“ zustande, die die Detektion der koronalen Reflexion erschweren (Rakoczi, 2010).

Zusammenfassend kann festgehalten werden: Die wichtigsten Schritte der Anwendung des Eye Tracking-Systems umfassen: die Vorbereitung (Aufbau), die Aufzeichnung der Daten während des Unterrichts, die Aufbereitung der Daten nach der Unterrichtsaufnahme, die Nachbereitung im Sinne der Visualisierung bzw. Export, die Diskussion der Ergebnisse und die inhaltliche Reflexion (z. B. gemeinsam mit Studierenden). Im Rahmen der Vorbereitung der Eye Tracking-Aufnahmen ist die individuelle Kalibrierung der Probanden, die Lichtverhältnisse am Übungsplatz (z. B. Sporthalle) sowie die Auswahl der Unterrichtssequenzen (z. B. Zeitrahmen, Beginn sowie Ende der Sequenz) zu berücksichtigen. Kurze Aufzeichnungssequenzen ermöglichen nicht nur (in Hinblick auf Augenkoordinaten bzw. Videomaterial) geringe Datengrößen bzw. Systemauslastungen, sondern auch eine schnelle bzw. getrennte Nachbearbeitung des Datenmaterials. In der Regel können Aufnahmelängen von 10–20 Minuten bereits nach wenigen Minuten analysiert werden. Für den Praxiseinsatz ist die Verwendung eines zweiten (leistungsstarken) Notebooks empfehlenswert, da aufgenommene Unterrichtssequenzen (direkt am Übungsort) auf einen zweiten Laptop kopiert und aufbereitet werden, während mit einem ersten Notebook weitere Unterrichtseinheiten mit den Probanden aufgezeichnet werden können. Dadurch kann der Zeitaufwand für die Nachbearbeitung deutlich reduziert werden. Für die Visualisierung der Augenbewegungen stehen (je nach Analysesoftware) verschiedene Darstellungsformen zur Verfügung (Abb. 8–12). Das Szenenvideo mit überblendetem Blick des Probanden als „Fadenkreuz“ (Abb. 8) steht sofort nach Aufzeichnung und Export zur Verfügung und eignet sich daher für ein unmittelbares Feedback. Studierende sowie Lehrende können auf der Folie der Fixationspräferenzen die Lehr-Lern-Situation vor Ort diskutieren, um beispielsweise Fehlerquellen bei der Beobachtung zu identifizieren. Die weiteren Visualisierungsformen, wie etwa Panoramabilder (Abb. 4), Heatmaps (Abb. 9), Blickpfade (Abb. 10), Focusmaps (Abb. 11) oder Bildreihen (Abb. 12) benötigen einen erhöhten Analysebedarf und eignen sich für (Nach-)Besprechungen im Rahmen von fachdidaktischen Lehrveranstaltungen.

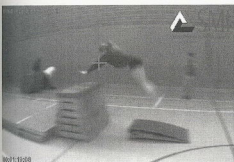


Abb. 8: Fadenkreuz



Abb. 9: Heatmaps

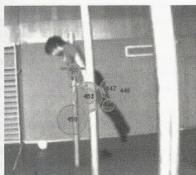


Abb. 10: Blickpfade



Abb. 11: Focusmap



Abb. 12: Bildreihe

Ein didaktisch sinnvolles Einsatzszenario stellen e-Learning Plattformen (z. B. WebCT, Moodle) dar (vgl. Kleiner, 2007). Auf die Plattformen können die Videoaufnahmen vom Unterricht und die Daten des Eye-Trackings hochgeladen und mit einem entsprechendem Zugangscode versehen, können diese Informationen für gezielte Gruppen zur Verfügung gestellt werden (Video- und Eye Tracking-Datenbank). Vor diesem Hintergrund kann das eigene Blickverhalten von Studierenden in Form einer Selbstevaluation zeitlich und technisch unabhängig ausgewertet und Lehr-Lern-Prozesse nachhaltig eingeleitet werden.

Literatur

- Abernethy, B. & Russell, D. G. (1987). The relationship between expertise and visual search strategy in a racquet sport. *Human Movement Science*, 6, 283-319.
- Balz, E., Bräutigam, M., Miethling, W.-D. & P. Wolters (2011). *Empirie des Schulsports*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Baumann, H. (1986). Methoden der Fehleranalyse durch Bewegungsbeobachtung. *Beiträge zur Bewegungsforschung im Sport*, 9, 245-291. Bad Homburg: Limpert.
- Bräutigam, M. (2008). Schulsportforschung. Skizzen eines Forschungsprogramms. In Dortmunder Zentrum für Schulsportforschung (Hrsg.), *Schulsportforschung* (S. 14-50). Aachen: Meyer & Meyer.
- Buchmüller, I. (1980). *Die Okulomotorik von Sportschützen*. Diss. Universität Wien. Wien.
- Darrelmann, B. (2009). *Untersuchung zum optimalen Blickbewegungsmuster im Automobilsport und der Transfermöglichkeit auf ungeübte Fahrer*. Diss. Universität Hamburg. Hamburg.
- De Oliveira, R.F., Oudejans, R. R. & Beek, P. (2008). Gaze behavior in basketball shooting: Further evidence for online visual control. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, (3), 399-404.
- Dicks, M., David, K. & Button, Ch. (2010). Individual differences in the visual control of intercepting a penalty kick in association football. *Human Movement Science*, 29, 401-411.
- Duchowski, A. T. (2007). *Eye Tracking Methodology*. London: Springer.
- Fischer, L., Schorer, J., Rienhoff, R., Büsch, D., & Strauß, B. (2009) Reaktions- und Antizipationstest für Torhüter am Beispiel Talentdiagnostik im Handball. In G. Neumann (Hg.), *Talentdiagnose und Talentprognose im Nachwuchssport. 2. BISp-Symposium: Theorie trifft Praxis* (S. 186-189). Bonn: Sportverlag Strauß.
- Friebertshäuser, B. & Prengel, A. (2003). *Handbuch qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft*. Weinheim, München: Juventa.
- Göhner, U. (1999). *Einführung in die Bewegungslehre des Sports*. Teil 2. Bewegungslehre des Sports. Sport und Sportunterricht, Bd. 5. Schorndorf: Hofmann.
- Gollücke, V. (2009). *Eye-Tracking. Grundlagen, Technologien und Anwendungsgebiete*. München: GRIN.
- Groeben, N., Wahl, D., Schlee, J. & Schlee, B. (1988). *Forschungsprogramm Subjektive Theorien*. Tübingen: Francke.
- Heemsoth, C.-H. & Möckel, W. (1986). Zum Einfluss von Aufgabenstellung und Kenntnis auf das Blickverhalten beim Betrachten eines Bewegungsablaufs. *Sportwissenschaft*, 16 (3), 316-325.

- Heinen, Th., Berger, H. & Valentzas, K. (2008). Identifikation von Blickstrategien bei Drehbewegungen. In M. Roscher (Hrsg.), *Ästhetik und Körperbildung: Tagung der dvs-Kommission Gerätturnen in Zusammenarbeit mit dem Institut für Sport und Sportwissenschaft der Universität Basel*. 18.-20. September 2006, Magglingen. (S. 91-102). Hamburg: Czwalina.
- Höner, O. & Sudeck G. (2001). Zur Wirkung von Realisierungsintentionen auf die visuelle Informationsaufnahmebereitschaft beim Entscheidungsverhalten im Volleyball. 3. *Sportspiel-Symposium der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft* (72-74). Schorndorf: Hofmann.
- Höner, O. (2002). Entscheidungsverhalten von Jugendnationalspielern im Fußball – Eine Eye Tracking Studie im Rahmen des Expertiseansatzes. In B. Strauß, M. Tietjens, N. Hagemann & A. Stachelhaus (Hrsg.), *Expertise im Sport* (S. 76-77). Köln: bps.
- Just, M. A. & Carpenter, P. A. (1976). Eye Fixations and Cognitive Processes. *Journal of Cognitive Psychology*, 8, 441-480. Oxford: Elsevier.
- Kleiner, K. (1987). Systematischer Überblick über Systeme sportspezifischer Unterrichtsbeobachtung. Standpunkte und erste Schritte zu einer Annäherung. In E. Kornel (Hrsg.), *Spektrum der Sportwissenschaften* (S. 199-224). Wien: Österreichischer Bundesverlag.
- Kleiner, K. (Hrsg.). (2007). *Inszenieren, Differenzieren, Reflektieren. Wege sportdidaktischer Kompetenz*. Purkersdorf: Hollinek.
- Kleiner, K. (2007a). Schulpraktische Studien zwischen Absicht und Veränderung: Kompetenz durch neue Lernformen am Beispiel „Bewegung und Sport“. In M. Heinrich & U. Prexl-Krausz (Hrsg.), *Eigene Lernwege – Quo vadis? Eine Spurensuche nach „neuen Lernformen“ in Schulpraxis und LehrerInnenbildung* (S. 193-214). Wien: Lit.
- Kleiner, K. (2009). Ist die Schulsportforschung die moderne Bezeichnung einer auf Erfolg ausgerichteten „empirischen Sportpädagogik“? In E. Jeisy & W. Mengisen (Hrsg.), *Möglichkeiten und Grenzen der Schulsportforschung*. (S. 17-44). Magglingen: BAS-PO.
- Kounin, J. S. (2006). *Techniken der Klassenführung*. Münster: Waxmann.
- Krimm, S. (2010). *Computerunterstützte Videoanalyse im Unterrichtsfach „Bewegung und Sport“ – Eyetracking in der Aus- und Weiterbildung von Lehrer(innen) am Beispiel der Bewegungsbeobachtung und Fehlerkorrektur*. Diplomarbeit, Universität Wien.
- Land, M.F. & McLeaod, P. (2000). From eye movements to actions: how batsmen hit the ball. *Nature Neuroscience*, 3, 1340 – 1345.
- Lange, H. & Sinning, S. (Hrsg.). (2010). *Handbuch Methoden im Sport*. Balingen: Spitta.
- Le Roy, I. & Vivier, J. (2008). Game, Set, Match! Brand Eye Tracking on TV Sport Programmes. Proceedings of ESOMAR: *Conference on Worldwide Multi Media Measurement (WM3)*, Budapest, June 2008.
- Mayring, Ph. & Gläser-Zikuda, M. (2008). *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Memmert, D. (2006). „Ich sehe was, was du nicht siehst!“. Inattentional Blindness: Forschungsüberblick und Perspektiven zur Fokussierung der Aufmerksamkeit im Sportspiel. In A. Kibele (Hrsg.), *Nicht-bewusste Handlungssteuerung im Sport* (S. 145-160). Schorndorf: Hofmann.
- Miethling, W.-D. & Krieger, C. (2004). *Schüler im Sportunterricht*. Schorndorf: Hofmann.
- Möckel, W., Heemsoth, C.-H. & Hotz, A. (1984). Zur Wahrnehmung von Körperbewegungen im Sport: Blickverhalten in Abhängigkeit vom Wissen über den Bewegungsablauf. *Sportwissenschaft*, 14 (3), 282-292.

- Neumaier, A. (1988). Bewegungsbeobachtung und Bewegungsbeurteilung im Sport. *Schriften der Deutschen Sporthochschule Köln*, 21. Sankt Augustin: Academia Verlag Richarz
- Rakoczi, G. (2010). *Userverhalten beim E-Learning: Eine Eye Tracking Studie des Lernsystems Moodle*. Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller.
- Rienhoff, R., Fischer, L., Schorer, J. & Strauß, B. (2010). *Quiet-Eye in darts – When seeing foveally nothing is as good as total sight*. Vortrag auf dem 42. Kongress der SCAPPS (Canadian Society for Psychomotor Learning and Sport Psychology) vom 28.10. bis 30.10.2010 in Ottawa, Kanada.
- Rodrigues, T.S., Vickers, J.N & Williams, A.M. (2002). Head, eye and arm coordination in table tennis. *Journal of Sports Sciences*, 20, 187-200.
- Roth, K. & Schorer, J. (2007). *Blickbewegungen von Handballtorhütern beim Siebenmeterwurf in Abhängigkeit von Umwelt, Expertise und Alter*. BISP – Jahrbuch, (S. 119-123). Schorndorf: Hofmann.
- Rudzitis, A., Spunde, A., Dzalbe, A., Blushs, K. & Paeglis, R. (2010). Bringing eye tracking theory in basketball practice: Improve the skills to the next level. *Sporto mokslas*, 6 (4), 49-52.
- Scheid, V. & Prohl, R. (Hrsg.). (2012). *Sportdidaktik*. Wiebelsheim: Limpert.
- Scherler, K. (2008). *Sportunterricht auswerten. Eine Unterrichtslehre*. Hamburg: Czwalina.
- Shank, M. D. & Haywood, K. M. (1987). Eye movements while viewing a baseball pitch. *Perceptual and Motor Skills*, 64, 1191-1197.
- Starkes, J. L. (1987). Skill in field hockey: The nature of the cognitive advantage. *J. of Sport Psychol.*, 9, 146-160.
- Vickers, J.N. (2006). Gaze of Olympic speedskaters skating at full speed on a regulation oval: perception-action coupling in a dynamic performance environment. *Cognitive Process*, 7, 102-105.
- Walter, V. (2009). *Eye-Tracking in Second Life. Eine explorative Analyse zur Wahrnehmung in virtuellen Welten*. Norderstedt.
- Zastrow, H. & Raab, M. (2009). Blickbewegungsstrategien im Handball- Leistungsnachwuchsbereich. *Leistungssport*, 39 (3), 37-41.
- Zenke, K.G. & Schaub, H. (2007). *Wörterbuch der Pädagogik*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.