

# Human Factors in der Kardiotechnik

## Eine Untersuchung über die Durchführbarkeit von Eye Tracking in der Kardiotechnik am Deutschen Herzzentrum Berlin

### ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund:** Human Factors (übersetzt „menschliche Faktoren“) besitzen in Hochrisikobereichen, wie z. B. in der Luftfahrt, einen hohen Stellenwert. Humanfaktorielle Merkmale, Fehlerursachenforschung und Sicherheit, bezogen auf die Schnittstellen Mensch – Maschine und Mensch – Mensch, sind Bestandteile der Human Factors-Forschung. Zwischen Berufspiloten und Kardiotechnikern lassen sich hinsichtlich der Komplexität am Arbeitsplatz Vergleiche ziehen: beim Berufspiloten die Bedienung des Cockpits und beim Kardiotechniker die Bedienung der Herz-Lungen-Maschine (HLM).

**Vorgehensweise:** Am Deutschen Herzzentrum Berlin (DHZB) wurden in der Kardiotechnik im Rahmen der Human Factors-Forschung erstmalig die objektiven Anforderungen an einen Kardiotechniker beim Einsatz der HLM während einer realen Operation aufgezeichnet.

**Zielsetzung:** Dieses Pilotprojekt wurde als Machbarkeitsstudie (feasibility study) durchgeführt und analysiert die Erkenntnisse, die sich mittels Eye Tracking hinsichtlich der Wahrnehmung und Beanspruchung eines Kardiotechnikers während der Bedienung der HLM zeigen.

**Methode:** Zu diesem Zweck wurde mit einer sogenannten Eye Tracking-Brille die Blickrichtung und Blickverweildauer bzw. -fokussierung bei zwei freiwilligen Testpersonen mit unterschiedlicher Arbeitserfahrung (0,5 und 19 Jahre) während einer realen Operation aufgezeichnet und ausgewertet.

**Fazit:** Unsere Erkenntnisse zeigen, dass Eye Tracking ein geeignetes Instrument ist, um die objektiven Anforderungen an einen Kardiotechniker während einer realen Operation aufzuzeigen.

**Verwendung:** Die Machbarkeitsstudie wurde erfolgreich umgesetzt und abgeschlossen, wodurch sich zukünftig weitere Projekte zur Human Factors-Forschung in der Herzchirurgie ergeben und eine Datensammlung vorangetrieben werden kann.

### SCHLÜSSELWÖRTER

Menschliche Faktoren (Human Factors), Kardiotechnik, Eye Tracking, Eye Tracking-Brille, objektive Anforderungen, Experte, Novize, kognitive Leistungsfähigkeit, Machbarkeitsstudie (feasibility study), Herz-Lungen-Maschine

### ABSTRACT

**Background:** Human factors play an essential role in various high-risk professions, e.g. in the aviation industry. Human factors research consists of the study of human factor characteristics as they apply to errors and safety considerations in the human to human and human to machine interface models. A comparison is possible between professional pilots and cardio vascular perfusionists regarding the complexity of the work place. For pilots, the complexity is the flight deck instrumentation and the changing environmental conditions. For cardio vascular perfusionists, the complexity is the usage of the heart-lung-machine and patient parameters.

**Approach:** A human factors study, focused on the activities of the cardio vascular perfusionist, was undertaken for the first time at the German Heart Center in Berlin. The objective of the study was to analyze the challenges of the perfusionist with the heart-lung-machine during an actual surgery.

**Objective:** During this innovative feasibility study, eye-tracking data of the perfusionist was recorded, while he was operating the heart-lung-machine. The complete data was analyzed with the intent to uncover the perception and stress levels of a perfusionist during an operation.

**Method:** For the purpose of this analysis, eye tracking glasses were used to examine the line of gaze, the retention period and focus of the gaze. Two volunteers, each with different levels of knowledge and work experience (0.5 and 19 years), were observed during an actual heart surgery.

**Conclusion:** Our results show that eye tracking data are suitable instruments to deter-

mine the objective requirements of a perfusionist during a real surgery.

**Application:** The fact that this feasibility study was successfully performed and completed can help to advance data collection and pave the way for further projects and studies in human factors research in cardiac surgery.

### KEY WORDS

Human factors, perfusion, eye tracking, eye tracking glasses, objective requirements, expert and rookie, cognitive capacity, feasibility study, heart-lung-machine

### Einleitung

„Medicine may be the last high stakes industry that does not rehearse prior to game time“ [1]. Mit diesen Worten bringt Peter Weinstock den Status-Quo in der Medizin auf den Punkt. Gerade im herzchirurgischen Bereich, insbesondere in der Kardiotechnik, einem medizinischen Hochleistungsbereich, ist eine fehlerlose Durchführung sowie die Anpassung des sozio-technischen Systems lebensnotwendig [2].

Probleme in der Mensch – Maschine wie auch Mensch – Mensch-Interaktion können zu gefährlichen Situationen für den Patienten führen. Besonders dann, wenn im Hochrisikobereich unter Druck gearbeitet werden muss. Daher ist eine Analyse des sozio-technischen Systems unabdingbar.

Mit den Worten des Chirurgen „Bereit zu fahren?“ und „In den Bypass, jetzt!“ beginnt für den Kardiotechniker eine komplexe Tätigkeit, die volle Aufmerksamkeit und Konzentration verlangt. Diese Situation spiegelt die tagtägliche Routinearbeit im Team Herzchirurgie wider. Kardiotechniker bedienen ein hochkomplexes System (HLM), welches historisch betrachtet zu den Meilensteinen der Forschung in der Medizin gehört. Bis zum heutigen Tag findet in der Kardiotechnik die Auseinandersetzung mit komplexen Situationen erst im Berufsleben statt. Infolgedessen findet die Bewältigung von Stresssituationen haupt-

sächlich in der Ausübung einer Tätigkeit, wie z. B. in der Bedienung der HLM statt. Als vergleichbar im Umgang mit komplexen Situationen, die gleichermaßen Stress begünstigen, gilt die Luftfahrt, in der angehende Piloten in einem geschützten Umfeld die Vorteile der Simulation nutzen und Bewältigungsstrategien erlernen, die sie später im Berufsleben einsetzen. Im Hochrisikobereich steht der Mensch im Mittelpunkt. Der menschliche Faktor tritt in komplexen Situationen in den Vordergrund, bei denen, bedingt durch eine hohe Anforderung, Fehler im System übersehen und begünstigt werden. Trotz hoher Standards in Ausbildung, Sicherheit, Kommunikation, Notfallmanagement und Fehlermanagement sind 75 % der Fehler, die einen Unfall in der Luftfahrt begünstigen, auf die humanfaktorielle Faktoren zurückzuführen [3].

Das Haupttätigkeitsfeld eines Kardiotechnikers ist bislang die Bedienung der HLM. Gegenüber den technischen, physiologischen sowie pathologischen Kenntnissen der extrakorporalen Zirkulation rücken die humanfaktoriellen Fertigkeiten (die

nicht-technischen Kompetenzen) immer mehr in den Vordergrund. Informationsverarbeitung, Situationsbewusstsein und Entscheidungsfindung sind individuelle Faktoren, die sich gleichermaßen durch individuelle Einflussfaktoren wie z. B. Müdigkeit, Erschöpfung und Stress im Team auf die Patientensicherheit auswirken können [3].

Nach Klausen et al. können physiologische Parameter die Beurteilung der kognitiven Arbeitsbelastung bzw. Informationen über das Stresslevel preisgeben [2]. Um einen Einblick in den kognitiven Prozess eines Kardiotechnikers zu erreichen, ist in dieser Arbeit die Eye Tracking-Technologie das bevorzugte Mittel. Über des Eye Tracking erhält man quantitativen Daten über Wahrnehmung und Aufmerksamkeit, welche dazu beitragen, menschliches Verhalten zu interpretieren. Zudem können Rückschlüsse auf die Anpassung des sozio-technischen Systems erzielt werden [2].

Der Titel dieser Arbeit impliziert die Darstellung des Forschungsinteresses „Eine Untersuchung über die Durchführbar-

keit von Eye Tracking in der Kardiotechnik am Deutschen Herzzentrum in Berlin“.

Für zukünftige Kardiotechniker ist es überaus wichtig, ein gutes Verständnis über das sozio-technische System im Hochrisikobereich Herzchirurgie zu haben. Da es im operativen Umfeld genügend Interaktion zwischen Mensch – Maschine und Mensch – Mensch gibt, scheint es eine Notwendigkeit für folgende Fragestellung zu geben:

„Welche objektiven Anforderungen werden an einen Kardiotechniker während der Bedienung der Herz-Lungen-Maschine gestellt?“

Diese Pilotarbeit wurde im Rahmen einer Bachelorthesis an der Steinbeis Hochschule Berlin (Akademie für Kardiotechnik, Berlin) am Deutschen Herzzentrum Berlin durchgeführt und hat das Ziel, die objektiven Anforderungen an Kardiotechniker erstmalig bei einem Experten und einem fortgeschrittenen Anfänger (Novize) mit einer Eye Tracking-Brille (Tobii Pro) zu visualisieren. Mit einer Eye Tracking-Aufnahmedauer von 60 Sekunden wurden

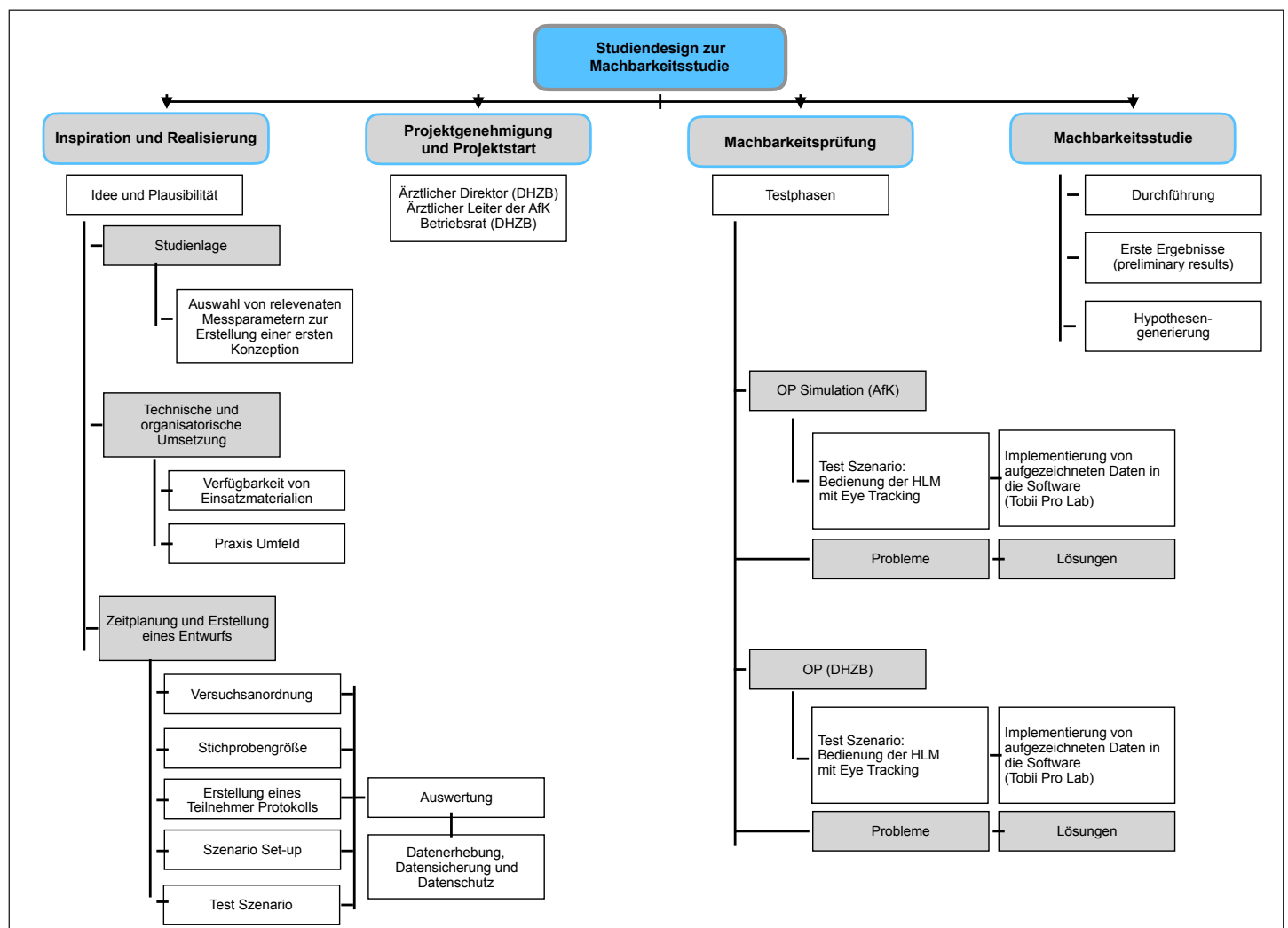


Abb. 1: Studiendesign zur Machbarkeitsstudie – Feasibility Study (eigene Darstellung)

folgende drei Phasen beobachtet: Beginn des kardiopulmonalen Bypasses, Verabreichung von Kardioplegie und Weaning vom kardiopulmonalen Bypass.

## HINTERGRUND

Diese Arbeit wurde im Rahmen der qualitativen Forschung als Machbarkeitsstudie durchgeführt und soll Möglichkeiten des Eye Trackings in der Kardiotechnik aufzeigen. Die Methode soll anhand ihrer Fragestellung auf ihre Realisierbarkeit geprüft und anschließend bewertet werden. Die Bewertung der Methode soll in Bezug zu weiteren Ergebnissen gesetzt werden, die anhand analytischer Messverfahren (Tobii Pro Lab) erhoben und anschließend durch die Feldbeobachtung der Human Factors-Forschung dargelegt werden. Des Weiteren sollen anhand der qualitativen Forschung Hypothesen generiert werden. Außerdem wurde unter Verwendung vordefinierter Messinstrumente (Tobii Pro Lab) folgender Frage nachgegangen: Wie unterscheiden sich Blickrichtung (Fixation) und Blickverweildauer (Fixationsdauer) eines erfahrenen Kardiotechnikers (Experte) im Vergleich zu einem fortgeschrittenen Anfänger (Novize)?

## MATERIAL UND METHODE

### Studiendesign

Abbildung 1 erläutert das Studiendesign der Machbarkeitsstudie. Das Studiendesign wurde in vier Hauptbausteine unterteilt: Inspiration/Realisierung, Projektgenehmigung/Projektstart, Machbarkeitsprüfung und Machbarkeitsstudie. Die jeweiligen Unterpunkte zu den Hauptbausteinen wie z. B. Studienlage, technische und organisatorische Umsetzung, Zeitplanung und Erstellung eines Entwurfs dienen als Zwischenziele, um den nächsten Hauptbaustein zu erreichen.

### Studienlage und

### Literaturrecherche

In einem nächsten Schritt wurde eine PubMed-basierte Literaturrecherche mit den folgenden Suchbegriffen durchgeführt: („Eye-Tracking“) OR („Eyetracking“) OR („Eyetracker“) OR („Eye Tracker“) AND (Medical Informatics Applications[MeSH Major Topic]) OR (Equipment and Supplies[MeSH Major Topic]) OR (Information System) OR („Medical Devices“) OR usability OR feasibility OR („mental workload“) OR („cognitive workload“) OR (Cardiac Surgery) OR (Critical Care) OR (Human Factors) OR (review) OR (Cardiopulmonary Bypass) OR (Health Care).

## UNTERSUCHUNGSMETHODE

Die Untersuchungsmethode wurde mittels der erhobenen Studienlage konzipiert, die Untersuchung fand am Deutschen Herzzentrum in Berlin während geplanter herzchirurgischer Eingriffe mit der HLM vom Typ S5 (LivaNova Deutschland GmbH, München) und dem klinikspezifischen konfigurierten Schlauchsystem Inspire 8 Dual (LivaNova) statt. Die Teilnahme an der Pilotstudie erfolgte freiwillig; die Anfrage war an das Team Kardiotechnik gerichtet, mitwirken durften erfahrene Kardiotechniker, Auszubildende und Studenten. Das Studienkonzept beinhaltete die Evaluierung der humanfaktoriellen Fertigkeiten (Wahrnehmung und Aufmerksamkeit) der Kardiotechniker unter Verwendung einer Eye Tracking-Brille. Die Versuchsdauer wurde auf eine komplette herzchirurgische Operation definiert.

## STICHPROBENGRÖSSE

Die Teilnehmergröße umfasst in dieser Publikation 2 Kardiotechnikerinnen (weiblich, 25 und 50 Jahre) mit einer Gesamtzahl von je  $\approx 60$  und  $\approx 3800$  Perfusionen.

## AUSWERTUNGSMETHODE

Die Analyse und Auswertung der Rohdaten des Eye Tracking wurde mittels der firmenspezifischen Software Tobii Pro Lab durchgeführt. Die Gesamtdauer der Operation wurde in fünf Zeitpunkte gegliedert. Wobei die Analyse und Auswertung sich in dieser Publikation auf den Beginn des kardiopulmonalen Bypasses, die Verabreichung von Kardioplegie und das Weaning vom kardiopulmonalen Bypass konzentriert. Zur Visualisierung der objektiven Anforderungen an die Kardiotechniker wurde die Methode „Heatmap“ (Wärmebild) und „Gaze Plot“ (Blickpunkt) gewählt. Die Feldbeobachtung wurde unter dem Aspekt der humanfaktoriellen Fertigkeiten, Informationsverarbeitung, Situationsbewusstsein und Entscheidungsfindung evaluiert und beschrieben. Die Arbeitserfahrung der Teilnehmer wurde anhand der Durchschnittsberechnung aus dem Jahre 2005, 200 HLM pro Jahr, und der Anzahl der Berufsjahre multipliziert. Bei Auszubildenden und Studenten protokolliert das „Logbook“ der Kardiotechnik (Akademie für Kardiotechnik, Berlin) die Anzahl durchgeführter Perfusionen.

## ERSTE ERGEBNISSE

### Heatmap und Gaze Plot

Die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie veranschaulichen die Fixierung des Exper-

ten und des Novizen mittels der Visualisierung Heatmap und Gaze Plot. Per Definition gilt eine Fixierung „fixation“ als der Moment, in dem ein Auge sich nicht bewegt, sondern auf einem Punkt verweilt [4]. Dieser Moment reicht von 200–300 Millisekunden und kann sogar bis zu einigen Sekunden andauern. Wenn eine Fixierung gemessen wird, so wird generell die Aufmerksamkeit auf diese Position gemessen (Fixierungsdauer). Das Auge ist somit ein Hochleistungsmotor hinsichtlich der Wahrnehmung (kognitiver Prozess) und besitzt mit 90 Prozent den höchsten Anteil der Informationsaufnahme [3,4]. Die Augenbewegung und visuelle Aufmerksamkeit wurde mit Hilfe eines Wärmebilds dargelegt. Die Intensitäten der Fixierungen werden mit einem Farbgradienten abgebildet. Entsprechend der Anzahl von Fixierungen entsteht auf einem Bild farblich mit Rot die höchste Anzahl und mit Grün die niedrigste Anzahl fixierter Areale. Areale, die nicht betrachtet werden, bleiben neutral. Die anhand der Wärmekarte in Rot registrierten Areale belegen die größte Anzahl von Fixationen. Die in Grün registrierten Areale stehen für eine eher niedrigere Anzahl von Fixationen. Gaze Plots visualisieren in Form von Kreisen mehrere Fixationspunkte und in Kreisgrößen ihre Fixationsdauer. Die Anordnung und Anzahl von Blickpunkten ist numerisch und lässt somit Rückschlüsse auf den ersten und letzten fixierten Blickpunkt zu. Verbunden werden die Blickpunkte mit einem „Scan Path“ (Blickverlauf). Der Blickverlauf ist eine weitere Visualisierungsmöglichkeit und veranschaulicht den Pfad der Augenbewegung, die als Sakkade „saccade“ (schnelle Bewegung zwischen zwei Fixierungen) bezeichnet wird. Mit Hilfe des Blickverlaufs können Forscher Rückschlüsse auf kognitive Prozesse (Informationsaufnahme, Informationsverarbeitung, Situationsbewusstsein und Entscheidungsfindung) von Probanden erhalten [4].

### Erläuterung der Eye Tracking-Daten Experte und Novize

Die Abbildungen 2 und 3 veranschaulichen die Eye Tracking-Auswertungen mittels Wärmebild mit einer Zeitdauer von 60 Sekunden zum Zeitpunkt: Beginn kardiopulmonaler Bypass, Verabreichung von Kardioplegie und Weaning kardiopulmonaler Bypass.

Die Wahrnehmung der Interessensbereiche „area of interest (AOI)“ an der HLM wurden mit der höchsten Anzahl von Fixierungen mit Rot maskiert und die mit der

niedrigsten Anzahl in Grün. Hingegen veranschaulichen die Abbildungen 4 und 5 eine detailliertere Aufteilung von Blickpunkten und Blickverläufen. Eine deutliche

Population der Blickpunkte und Blickverläufe zwischen den Interessensbereichen repräsentiert kognitive Prozesse in Form der Informationsaufnahme, -verarbeitung,

Situationsbewusstsein und Entscheidungsfindung. Die Größe eines Blickpunkts repräsentiert die Fixationsdauer. Die Fixationsdauer wird als Maß für die Dauer der



Abb. 2a: Heatmap Experte mit Tobii Pro Lab – Beginn kardiopulmonaler Bypass (eigene Darstellungen)



Abb. 3a: Heatmap Novize mit Tobii Pro Lab – Beginn kardiopulmonaler Bypass (eigene Darstellungen)



Abb. 2b: Heatmap Experte mit Tobii Pro Lab – Verabreichung von Kardioplegie



Abb. 3b: Heatmap Novize mit Tobii Pro Lab – Verabreichung von Kardioplegie



Abb. 2c: Heatmap Experte mit Tobii Pro Lab – Weaning kardiopulmonaler Bypass



Abb. 3c: Heatmap Novize mit Tobii Pro Lab – Weaning kardiopulmonaler Bypass

Wahrnehmung (Kognition) einer betrachteten Information interpretiert. Mit anderen Worten nehmen kognitive Prozesse zunehmenden Einfluss auf die Fixations-

dauer. Verlangt die Aufgabenstellung, z. B. der Beginn des kardiopulmonalen Bypass, überwiegend eine zentrale kontrollierte Verarbeitung, führt diese zu einer Verlän-

gerung der Fixationsdauer (big gaze plot) aufgrund kognitiver Leistungen. Eine kurze Fixationsdauer (small gaze plot) zeigt ebenfalls kognitive Leistung auf, jedoch



Abb. 4a: Gaze Plot Experte mit Tobii Pro Lab – Beginn kardiopulmonaler Bypass (eigene Darstellungen)



Abb. 5a: Gaze Plot Novize mit Tobii Pro Lab – Beginn kardiopulmonaler Bypass (eigene Darstellungen)



Abb. 4b: Gaze Plot Experte mit Tobii Pro Lab – Verabreichung von Kardioplegie



Abb. 5b: Gaze Plot Novize mit Tobii Pro Lab – Verabreichung von Kardioplegie



Abb. 4c: Gaze Plot Experte mit Tobii Pro Lab – Weaning kardiopulmonaler Bypass



Abb. 5c: Gaze Plot Novize mit Tobii Pro Lab – Weaning kardiopulmonaler Bypass

sind diese Informationen bereits registriert und verarbeitet worden (check up). Verlangt die Aufgabenstellung ein schnelles Reagieren, führt diese zu einer kürzeren Fixationsdauer bei gesteigerter kognitiver Leistung.

Vergleicht man die Eye Tracking-Ergebnisse (Heatmap und Gaze Plot) beider Teilnehmer zu den jeweiligen Zeitpunkten, so stellt man fest, dass beide Teilnehmer wichtige Interessenbereiche an der HLM, z. B. Kardiotomiereservoir, Bedienpanel arterielle Pumpe, Druckmessung vor und nach Oxygenator, Patientenmonitor, Bedienpanel Kardioplegiepumpe, Kardioplegiesteuerung und Kardioplegiegedruck fixierten. Unterschiede in Fixation und Fixationsdauer verdeutlichen, dass die erfahrene Teilnehmerin mehrere Interessenbereiche registriert und dadurch vermehrte Rückschlüsse aus den Informationen zur Situation erzielt, gegenüber der fortgeschrittenen Anfängerin. Zudem ist das Fixationsmuster umfassender (multiplex) und gezielter auf die Anzahl der fixierten Interessenbereiche.

## DISKUSSION

Dem Gehirn wird pro Sekunde etwa 1 GB an Impulsen weitergeleitet, die aus den unterschiedlichen Rezeptorzellen der unterschiedlichen Systeme wie z. B. des visuellen Systems stammen [3]. Allein über das Auge werden ca. 90 % der eingehenden Impulse aufgenommen, wobei das Auge schon direkt zu Beginn entscheidet, welche Impulse wichtig sind und weiter transferiert werden oder nicht. Hier kann das Risiko entstehen, dass das Weiterleiten eigentlich relevanter Informationen ausgesetzt wird. Da das Auge nur die Möglichkeit hat zweidimensional zu sehen, entsteht das räumliche Sehen erst durch die Verarbeitung der Signale im Gehirn.

Die eigentliche Wahrnehmung der Umgebung lässt sich in unterschiedliche Arten unterteilen: Bei der selektiven Wahrnehmung richtet sich der Fokus auf eine bestimmte Aufgabe, sodass hör- oder sichtbare Reize unbewusst ausgeblendet werden. Die fokussierte Wahrnehmung zielt auf eine sofortige Reaktion bestimmter Reize ab, wodurch allerdings die allgemeine Erfassung der Umgebung vermindert wird, welches den Verlust des Situationsbewusstseins herbeiführen kann. Bei der geteilten Wahrnehmung kann auf mehrere Bereiche reagiert werden, sodass diese die meiste Übersicht über eine Gesamtsituation erlaubt. Wenn trotz andauernder Störungen die Konzentration auf eine bestimmte Anforderung aufrechterhalten werden

kann, handelt es sich um die fortwährende Wahrnehmung. Die geistige Flexibilität, zwischen unterschiedlich ausgeprägten Aufgaben zu wechseln, führt zur alternierenden Wahrnehmung. Wachsamkeit hingegen ist eine unbewusste Fähigkeit, um sich über einen längeren Zeitraum auf die Wahrnehmung einer Umgebung und Situation zu konzentrieren. Wenn in einer bestimmten Situation ein hervorspringendes Signal die unbewusste Wahrnehmung weckt, wird es als wichtig deklariert. Beim sogenannten „Cocktail Party Syndrome“ richtet sich bei einem Gespräch die eigene Wahrnehmung nach einem ausgelösten Trigger, z. B. dem Hören des eigenen Namens bei einem benachbarten Gespräch, auf dieses benachbarte Gespräch, sodass die Information des eigenen Gesprächs verloren geht.

Bei hoher mentaler Anforderung und bei Situationen mit hoher Informationsdichte, wie es häufig bei kardiochirurgischen Eingriffen der Fall ist, ist Situationsbewusstsein essentiell. Im ersten Stadium des Situationsbewusstseins erfolgt die Aufnahme der relevanten Informationen, die im zweiten Stadium erst durch Wissen und Erfahrung in einen Kontext gebracht werden. Um eine Entscheidungsfindung zu gewährleisten, ist die Erfassung der Gesamtsituation die wichtigste Grundlage. Entscheidungen werden entweder intuitiv aus dem Bauchgefühl heraus getroffen, aufgrund von Erfahrungen und Expertise oder erfolgen durch eine Situationsanalyse, bei der wichtige Informationen gesammelt und deren Bedeutung identifiziert werden.

Gerade bei Entscheidungen, die unter enormem Zeitdruck getroffen werden müssen, ist ein sehr gutes Situationsbewusstsein erforderlich.

In einer von Tomizawa et al. durchgeführten Pilotstudie am Universitätsklinikum Tokio wurde erstmals ein Eye Tracking-Versuch während einer EKZ unternommen, um die Augenbewegungen zu analysieren (2012) [5]. Laut Tomizawa et al. ist eine sichere Bedienung während einer EKZ einer der kritischsten Faktoren, die die Patientensicherheit beeinflusst. Da dies eine anerkannte Tatsache ist, wurde in den letzten Jahren vermehrt darüber diskutiert, inwiefern die Möglichkeit besteht, die nötigen Fähigkeiten im Bildungssystem weiterzuentwickeln.

In der Komplexität an Aufgaben und Tätigkeiten wechseln Kardiotechniker ständig ihre Blicke weg von z. B. HLM, EKZ-System hin zum Operationsfeld. Das Wissen, warum und wann solche Blickwechsel

stattfinden, kann dazu beitragen, ein besseres Verständnis über Fähigkeiten zu erlangen, die nötig sind, um solche Tätigkeiten sicher und effizient durchzuführen. Die aufgenommenen Augenbewegungen während der Eye Tracking-Prozedur wurden ausgewertet, um bestimmte Blickwechsellmuster zu observieren. Die Ergebnisse aus der Pilotstudie von Tomizawa et al. verdeutlichen, dass der erfahrene Kardiotechniker seine Aufmerksamkeit gleichmäßiger verteilte als die anderen Kardiotechniker und dass er seine Aufmerksamkeit bzw. seine Fixationen während der Operation auf eine relativ große Anzahl an Informationsgruppen lenkte. Der gleiche Effekt war auch bei den Transitionen zu erkennen, denn der erfahrene Kardiotechniker zeigte unterschiedliche Übergangsmuster auf, welche sich zu den anderen Kardiotechnikern unterschieden.

In der Studie kommt das Team von Tomizawa zu dem Schluss, dass das Eye Tracking auch auf andere Bereiche in der Medizin übertragen werden kann. Generell wird betont, dass eine intensivere Datensammlung durch Eye Tracking vorangetrieben werden muss, da die durchgeführte Studie in ihrem Umfang limitiert war und ein intensiverer Ausbau noch möglich und nötig ist. Tomizawa et al. kommen zu dem Schluss, dass Eye Tracking eine wertvolle Methode ist, um kognitive Fertigkeiten und Fähigkeiten in einem medizinischen Umfeld zu untersuchen.

## FAZIT UND AUSBLICK

Die hier vorliegende Publikation, welche die objektiven Anforderungen an Kardiotechniker während realer herzchirurgischer Eingriffe mit Hilfe von Eye Tracking erhoben hat, ebnet den Weg für weitere humanfaktorielle Studien. Zudem wurde die Machbarkeitsstudie erfolgreich durchgeführt und beantwortet gleichzeitig die Frage: „Wie unterscheiden sich Blickrichtung (Fixation) und Blickverweildauer (Fixationsdauer) eines erfahrenen Kardiotechnikers (Experte) im Vergleich zu einem fortgeschrittenen Anfänger (Novize)?“

Des Weiteren wurden die objektiven Anforderungen von Kardiotechnikern mit unterschiedlichen Kompetenzen in der Bedienung der HLM visualisiert und in einem sogenannten „Big Picture“ aufgezeigt. „Wenn die objektiven Anforderungen während der Bedienung der HLM durch humanfaktorielle Aspekte analysiert und optimiert werden können, dann sollte die Ausbildungsmethodik in der Kardiotechnik modifiziert werden.“

Diese Hypothese könnte die zukünftige Ausbildung bzw. das Studium so weit modifizieren, dass angehende Studenten zukünftig in einem geschützten Umfeld (Simulation) die Bedienung der HLM erlernen, sich Bewältigungsstrategien aneignen können und später im Berufsleben einsetzen. Darüber hinaus besteht eine mögliche Verbesserung der sozio-technischen Anbindung in der Entwicklung zukünftiger HLM im herzchirurgischen Bereich. Simulationen und neue Technologien sind die wichtigsten Voraussetzungen, um die Patientensicherheit zu verbessern. Es gilt diese Methodik in das Ausbildungssystem zu integrieren. „Medicine may be the last high stakes industry that does not rehearse prior to game time“ [1].

#### LITERATUR

- [1] Weinstock P et al.: *Creation of a novel simulator for minimally invasive neurosurgery: fusion of 3D printing and special effects.* In: *J Neurosurg Pediatr* 2017; Volume 20: 2–7
- [2] Klausen A et al.: *Feasibility of Eyetracking in critical care environments – a systematic review.* In: *Exploring complexity in health: an interdisciplinary systems approach.* In: *European Federation for Medical Informatics* 2016: 604–608
- [3] Fischer M: *Human Factors in Healthcare – Teil 1: Das Individuum.* In: *Kardiotechnik* 2015; 3: 61–64
- [4] Holmqvist K, Nyström M (Hg): *Eye Tracking. A comprehensive guide to methods and measures.* Oxford University Press 2011
- [5] Tomizawa, et al.: *Eye-tracking analysis of skilled performance in clinical extracorporeal circulation.* In: *The Japanese Society for Artificial Organs* 2012; 15: 146–157

#### INTERESSENKONFLIKT

Die Autoren haben keine finanziellen Interessen oder Beziehungen, die möglicherweise zu irgendwelchen Interessenkonflikten führen könnten.

Dino Kurtovic B.Sc.  
Cardiovascular Perfusion  
Kardiotechniker nach ECCP  
Deutsches Herzzentrum Berlin  
E-Mail: dkurtovic@dhzb.de