

# FORSCHUNG KOMPAKT

---

FORSCHUNG KOMPAKT

1. August 2022 || Seite 1 | 5

---

**Angewandte Neurowissenschaft**

## Technik, die auf den Menschen reagiert

**Wie beeinflusst die Arbeit unseren Alltag, wie wirkt sie sich auf unsere mentale und körperliche Gesundheit aus? Wie verändern technische Lösungen den Menschen, wie kann man Geräte menschengerechter gestalten? Diesen Fragen widmet sich ein fünfköpfiges Team am Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO. Im NeuroLab, einem Labor für Neuroarbeitswissenschaft, erforschen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Konzepte und Methoden, um intelligente Schnittstellen zwischen Technik und Mensch zu entwickeln.**

Mit dem NeuroLab wurde am Fraunhofer IAO vor sieben Jahren eine Testumgebung für Fragen der Neuroarbeitswissenschaft geschaffen. Seit Oktober 2021 leitet Dr. Mathias Vukelic (siehe Kasten »Forscherporträt Mathias Vukelic«) dort das Team »Applied Neurocognitive Systems«. Gemeinsam mit seinen Kolleginnen und Kollegen verknüpft der Neuro- und Verhaltenswissenschaftler die Erkenntnisse kognitiver Neurowissenschaft mit positiver Psychologie und Methoden des Maschinellen Lernens, um Mensch-Technik-Systeme zu gestalten, die sich bei der Arbeit und im Alltag an den Menschen und seine mentalen Zustände anpassen und die auf seine Bedürfnisse und Fähigkeiten ausgerichtet sind. »Die Technik muss sich an den individuellen Bedürfnissen und Fähigkeiten des Menschen orientieren, sie sollte assistenzbasiert sein. Der Mensch steht bei unseren Projekten immer im Mittelpunkt. In diesem Sinne wollen wir eine bessere Zukunft mit intelligenter Technik gestalten. Die Technik darf den Menschen nicht belasten oder stören, sie soll im Idealfall dabei helfen, bessere Entscheidungen zu treffen und Potenziale bieten sich weiterzuentwickeln«, erläutert der Forscher die Vision des Teams. Hierzu forscht das Team an neuroadaptiven Technologien – anpassungsfähige technische Systeme, die mentale Zustände der Nutzerinnen und Nutzer anhand neurophysiologischer Sensorik (Messung von Hirn- und Vitalparametern) erfassen, diese Signale über Signalverarbeitung und Maschinelles Lernen interpretieren und die dann intelligent auf die erkannten Zustände der Nutzenden reagieren können (Anpassungen des Systemverhaltens). »Wir wollen die Ingenieurwissenschaften erweitern, indem wir technische Probleme mit neurowissenschaftlichem und psychologischem Know-how lösen.«

### Feinfühlige Technik

Der erste Schritt dahin ist es, ein besseres Verständnis der kognitiven Prozesse und affektiven Reaktionen in unterschiedlichen Szenarien zu bekommen. Hierfür messen die Forschenden in Mensch-Maschine-Interaktionen Parameter wie etwa das Stressniveau,

---

#### Kontakt

**Roman Möhlmann** | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | [presse@zv.fraunhofer.de](mailto:presse@zv.fraunhofer.de)

**Juliane Segedi** | Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO | Telefon +49 711 970-2343 | Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart | [www.iao.fraunhofer.de](http://www.iao.fraunhofer.de) | [juliane.segedi@iao.fraunhofer.de](mailto:juliane.segedi@iao.fraunhofer.de)

die Aufmerksamkeit oder gar die kognitive Belastung des Menschen, um von den gemessenen Hirn- und Körperreaktionen auf kognitive Prozesse und emotionale Erlebnisse zu schließen und so Systeme entwickeln zu können, die das Wohlbefinden steigern und für einen angenehmen Arbeitsalltag sorgen. »Mithilfe von neurophysiologischen Messmethoden, beispielsweise der Elektroenzephalographie, können wir Hirnsignale messen. Diese neurophysiologischen Signale geben Hinweise auf die mentale Beanspruchung, die Aufmerksamkeitsleistung und Konzentration oder auch Emotionen während der Nutzung von Technik oder auch in Trainings- und Lernprozessen. Durch die ausgeklügelte Kombination von Signalverarbeitung und fortgeschrittenen Methoden des Maschinellen Lernens können wir diese Information aus den Signalen extrahieren und interpretieren – etwa ob eine Person gerade überfordert ist oder ob sie durch Lernerfolge motiviert wird. Daher liegt ein wesentlicher Schwerpunkt unserer Forschung auf der KI und der Signalverarbeitung«, sagt der Experte.

---

**FORSCHUNG KOMPAKT**

1. August 2022 || Seite 2 | 5

---

Derzeit finden die Experimente mit Probanden noch in der kontrollierten Laborumgebung mit umfangreichen Messmethoden und -sensorik statt (siehe Kasten »Ausstattung des NeuroLab«). Vukelic und sein Team arbeiten an der Gestaltung neuer Experimente, um die reizarme Umgebung verlassen und realistische Settings etablieren zu können.

### **Berufliche Inklusion mit dem Einsatz virtueller Realität fördern**

Aktuell ist das Team an dem Projekt UFO beteiligt, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF gefördert wird. Im Vorhaben wird virtuelle Realität (VR) genutzt, um Autistinnen und Autisten bei der beruflichen Inklusion zu helfen.

Vukelic und sein Team arbeiten daran, Autistinnen und Autisten Emotionen über einen Umweg zu erschließen. Herz- und Hirnaktivität, Schweißbildung oder andere physiologische Prozesse, die mit Emotionen auftreten, werden gemessen und über die Impulse eines speziellen Armbands spürbar gemacht. Menschen mit diesen speziellen Bedürfnissen könnten die vom Armband produzierten taktilen Muster erlernen – und so einen Zugang zu den eigenen Empfindungen finden. Trainiert wird das in einem virtuellen Lern- und Erfahrungsraum, die Technologie lässt sich aber auch in der Realität anwenden. »Im nächsten Schritt wollen wir die Emotionen von Mitmenschen auf diese Weise erlebbar machen«, so Vukelic.

### **Neurowissenschaftliche und psychologische Methoden für gesündere Arbeit**

Ihre neuen Ansätze der Neurowissenschaft, Psychologie, Data Science und des Maschinellen Lernens wollen der Forscher und sein Team auch Unternehmen nahebringen und diese informieren, wie mentale Gesundheit und Wohlbefinden durch Technologien nachhaltiger verankert werden können. In der Veranstaltung »Sustainable Work and Life« werden neurowissenschaftliche und psychologische Methoden, individualisierbare

Digitaltechnikansätze und neue Formen der Datenverarbeitung vorgestellt, um so Impulse zur Veränderung zu geben. Die Veranstaltung findet am Fraunhofer IAO am 9. November 2022 statt, Link siehe Webseite unten.

---

**FORSCHUNG KOMPAKT**

1. August 2022 || Seite 3 | 5

---

### **Forscherporträt – Mathias Vukelic**

Seit sieben Jahren arbeitet Dr. Mathias Vukelic am Fraunhofer IAO, seit 2021 leitet er die Abteilung »Applied Neurocognitive Systems«. Nach seinem Studium der Biomedizinischen Technik an der Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes mit dem Schwerpunkt Neural Engineering (Neuroprothetik und Neuronale Signalanalyse und -modellierung) promovierte er in Neuro- und Verhaltenswissenschaften an der International Max Planck Research School, die an der Universität Tübingen angesiedelt ist. Er spezialisierte sich im Bereich der Anwendung von Brain-Computer-Interfaces (BCI) zur Schlaganfall-Rehabilitation und entwickelte für Schlaganfallpatienten mit chronischen Lähmungen ein spezielles Neurofeedback-training mittels einer Gehirn-Roboter-Schnittstelle. Mit Hilfe des BCIs, das eine Verbindung zwischen dem Gehirn und einem Computer herstellt, können Menschen mit motorischen Beeinträchtigungen das Öffnen und Schließen der betroffenen Hand trainieren, um so die Lähmungen nach einem Schlaganfall wieder in den Griff zu bekommen.

Schon damals beschäftigte sich Vukelic mit der Frage, wie Mensch und Maschine idealerweise zusammenarbeiten und interagieren können. Das NeuroLab des Fraunhofer IAO bietet dem Spezialisten für Gehirn-Computer-Schnittstellen ideale Voraussetzungen, sein Interesse beruflich weiterzuverfolgen. Dabei erweiterte er den bisherigen medizinischen Anwendungsfokus um die Arbeitsforschung: Wie werden sich gewohnte Arbeitsprozesse verändern und welche gesellschaftlichen Implikationen sind in diesem Zusammenhang zu erwarten? Wie verändern technische Hilfsmittel den Menschen? Wie bringen sie ihn voran? Im NeuroLab untersuchen der Forscher und sein Team physiologische Prozesse wie Herz- und Hirnaktivität und Schweißbildung. Von den gemessenen Hirn- und Körperreaktionen lassen sich Rückschlüsse auf kognitive Prozesse und emotionale Erlebnisse ziehen. Das Team erforscht, wie man Systeme gestaltet, die sich an mentale Zustände anpassen, die Konzentration unterstützen, Wohlbefinden steigern, ein motivierendes Umfeld schaffen, Arbeit verbessern oder personalisiertes Lernen ermöglichen.

### **Ausstattung des NeuroLab**

- Elektroenzephalographie (EEG) zur Messung von Aufmerksamkeit, Konzentration, kognitiver Arbeitsbelastung und Affekten
- Funktionale Nahinfrarotspektroskopie (fNIRS) zur Messung von kognitivem Workload und Affekt
- Elektrokardiographie (EKG) zur Erfassung der körperlichen Aktivierung (emotionales Engagement)
- Elektromyographie (EMG) zur Erfassung von Emotionen und Affekten
- Erfassung der elektrodermalen Aktivität der Haut (Schweißbildung der Haut) – Messung der körperlichen Aktivierung (emotionales Engagement)
- Erfassung von Fixationspunkten und Augenbewegungen durch Eye-tracking – Messung von Konzentration und kognitiver Arbeitsbelastung

**FORSCHUNG KOMPAKT**

1. August 2022 || Seite 4 | 5



**Abb. 1** Mithilfe von Elektroenzephalographie (EEG) kann Dr. Mathias Vukelic die Hirnaktivität messen und auf kognitive Prozesse und emotionale Erlebnisse rückschließen.

© Fraunhofer IAO/Ludmilla Parsyak



**Abb. 2 Mathias Vukelic bereitet eine EEG-Messung vor und stellt mithilfe von Gel eine bessere Leitfähigkeit der Elektroden her.**

© Audi

**FORSCHUNG KOMPAKT**

1. August 2022 || Seite 5 | 5



**Abb. 3 In den Probandentests setzt das Forschungsteam multimodale neurophysiologische und psychophysiologische Messverfahren sowie Verfahren des Maschinellen Lernens ein, um herauszufinden, wie stark die Testperson emotional und kognitiv belastet ist – z.B. bei der Bedienung einer Software.**

© Fraunhofer IA0