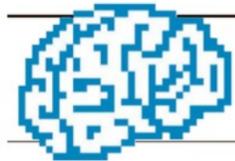


Technik durchdringt unser Leben. Das fängt beim morgendlichen Blick auf das Smartphone an, das uns nicht nur an wichtige Termine erinnert, sondern auch unsere körperliche Fitness überwacht und uns berichtet, ob wir lange und tief genug geschlafen haben. Weiter geht es beim Autofahren: Über das Navigationssystem hinaus nehmen digitale Features und Sensoren im Fahrzeug immer mehr zu, und die Vision des autonomen Fahrens scheint immer näher zu rücken. Und nicht zuletzt machen die Möglichkeiten der Technik auch vor dem Arbeitsplatz nicht halt. Neben dem obligatorischen PC im Büro breiten sich in manchen Arbeitsbereichen Datenbrillen und ähnliche Informationstechnologien immer mehr aus. Gerade der Einsatz aktueller Technik im Zuge der Digitalisierung wird im Arbeitsumfeld als ein Indikator dafür gesehen, wie innovativ und fortschrittlich ein Unternehmen ist.

Mit diesen Entwicklungen steht der Mensch aber auch einer zunehmenden Informationsflut gegenüber, die er verarbeiten muss. Wir wissen schon heute, dass Arbeitnehmern, die in informationsintensiven Bereichen tätig sind, Informationsflut, Redundanz und Vielzahl der irrelevanten Informationen zunehmend Probleme bereiten. Zeitdruck sowie erhöhte ko-



ZUKUNFT DES GEHIRNS

gnitive Kontrolle zur genauen Bewältigung komplexer Tätigkeiten gelten als weitere Auslöser für psychische Fehlbeanspruchungen.

Seit Ende 2013 ist die Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastungen explizit ins Arbeitsschutzgesetz aufgenommen. Unternehmen und Organisationen sind dazu aufgefordert, Beeinträchtigungen und Belastungen der Gesundheit durch psychische Faktoren festzustellen und entsprechende Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Doch ist das immer so einfach möglich? Es wurden bereits aufwendige Befragungsinstrumente entwickelt, um die psychische Belastung zu beurteilen. Die Befragung hat jedoch das Problem, dass nur subjektive Urteile der Befragten gemessen und bewertet werden können und dadurch objektive und verdeckte Aspekte möglicherweise unberücksichtigt bleiben.

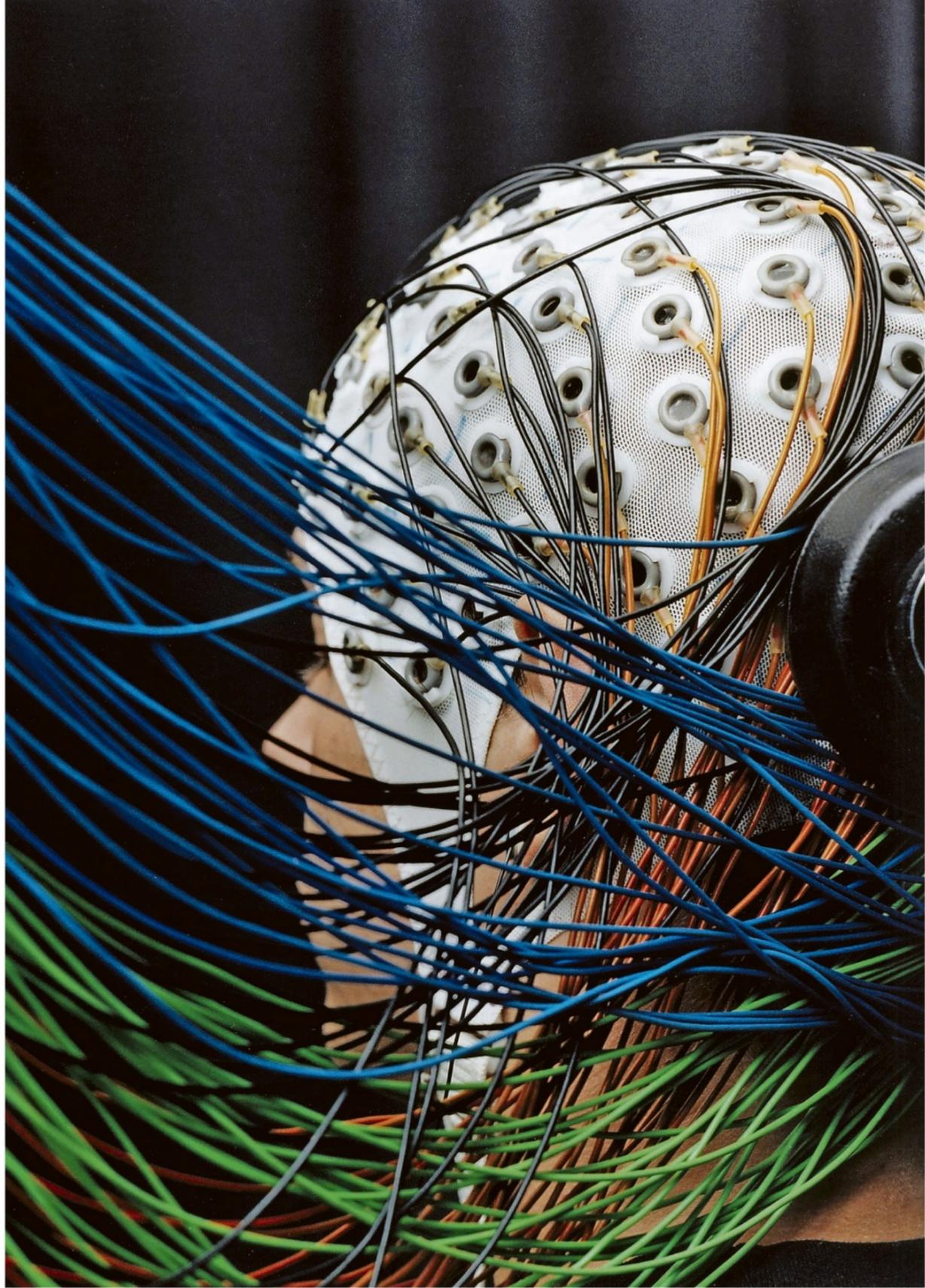
Eine große Chance, die subjektive Beurteilung durch die objektive Erfassung mentaler Zustände zu ergänzen, bietet sich dadurch, dass sich in den vergangenen Jahren drei wissenschaftliche Disziplinen (Ergonomie, Psychologie und Neurowissenschaft) zusammengetan haben und der Grundstein für eine kognitive Neuroergonomie gelegt wurde. Hat sich das Fach der Ergonomie früher mit der Gestaltung von Sitzmöbeln, Werkzeugen und ganz allgemein mit der mechanischen Arbeitsumgebung beschäftigt, so gewann in den vergangenen Jahren der Bereich der kognitiven Ergonomie an Bedeutung. In dessen Fokus stehen die menschliche Informationsverarbeitung bei der Arbeit und die daraus entstehenden Belastungen. Dieser Ansatz ist nicht neu. Die Geschichte der kognitiven Psychologie nach dem zweiten Weltkrieg basierte ganz wesentlich auf angewandten Fragen. Die Fehlbedienung von Flugzeugen initiierte eine Reihe an experimentellen Untersuchungen, welche sich mit den Mechanismen der effizienten Übersetzung von visuellen Reizen in eine schnelle und korrekte Handlung beschäftigten. Dabei wurden Fragen aus einer realen Mensch-Maschine-Situation in psychologische Experimente übersetzt, welche dann im Labor durchgeführt wurden.

Methodische Fortschritte erlaubten es seit Anfang dieses Jahrhunderts, kontrollierte Forschung auch immer besser in natürlicheren Umgebungen durchführen zu können. Dadurch wurde auch erkannt, dass kognitive Prozesse in der Realität oftmals anders ablaufen als im Labor. Schon das Unterscheidungsvermögen zweier Töne ändert sich, wenn ein Proband statt in einem Labor auf einer Wiese steht. Wenn die Person dann zu gehen beginnt, verändert sich die Informationsverarbeitung ein weiteres Mal. Laborergebnisse lassen sich also nur bedingt auf die Realität übertragen.

Es war Raja Parasuraman, ein Forscher aus dem amerikanischen Bundesstaat Virginia, der Anfang dieses Jahrtausends den Begriff der kognitiven Neuroergonomie prägte. Er erkannte, dass man insbesondere bei Untersuchung der Kognition im Arbeitsumfeld die Messung so realistisch wie möglich durchführen muss.

EEG-Geräte so groß wie eine Zigarettenschachtel

Parasuraman prägte zudem die Ansicht, dass nicht allein Erkenntnisse aus der Kognitionswissenschaft, sondern auch aus der zu dieser Zeit immer populärer werdenden Neurowissenschaft in eine moderne Beschreibung kognitiver Prozesse im Arbeitskontext einfließen müssen. Letztendlich, so argumentierte er, ist es unser Gehirn, das Informationen verarbeitet, und nur das Verständnis neuronaler Prozesse lässt uns auch die Kognition vollständig verstehen. Durch Betrachtung neurophysiologischer Prozesse kann nämlich nicht nur das Wie, sondern in vielen Fällen auch das Warum erkannt werden. Lange war dieser Ansatz ein rein theoretisches Konzept, da eine Messung zum Beispiel elektrischer Hirnaktivität in Form des Elektroenzephalogramms (EEG) in



Der Kabelsalat ist bloß noch Metapher. Heutige Hirnstromableitungen taugen sogar für den mobilen Einsatz Foto Norbert Enker/Laif

Der gläserne Angestellte sollte nicht das Ziel sein

Unser Gehirn bei der Arbeit: Wie die kognitive Neuroergonomie neuerdings versucht, die Belastung der Menschen durch mobile Geräte zu erfassen.

Von Edmund Wascher

natürlichen Umgebungen unmöglich schien. EEG-Untersuchungen kognitiver Prozesse fanden in elektrisch abgeschirmten Kammern unter hochkontrollierten Bedingungen statt. Der Proband musste dazu still sitzen, da jede Bewegung das informationstragende Messsignal verunreinigte. Die Verstärker und Computer, die genutzt wurden, um das Signal (das sich im Mikrovolt-Bereich bewegt) messbar zu machen, waren schwere, unbewegliche Maschinen. Doch ähnlich wie heute ein Hochleistungscomputer in Form eines Smartphones in jede Hosentasche passt, kamen bald EEG-Verstärker auf den Markt, die – nicht größer als eine halbe Zigarettenschachtel – in einer Kappe versteckt werden konnten. Neurophysiologische Untersuchungen konnten so an Menschen durchgeführt werden, ohne dass sie in ihrer Bewegungsfreiheit eingeschränkt wurden. Zudem wurden die Methoden der Signalverarbeitung – auch neuerdings durch die Nutzung Künstlicher Intelligenz – immer besser, so dass mittlerweile der Großteil an Störeinflüssen, die eine Messung in einer realen Umgebung mit sich bringt, vom eigentlichen informationstragenden Signal getrennt werden kann.

Diese technische Entwicklung eröffnet völlig neue Möglichkeiten zur Erfassung der menschlichen Informationsverarbeitungsprozesse. Etwa in Arbeitsumgebungen, in denen es wichtig ist, genau und sicher zu agieren, wie in Leitwarten von Kraftwerken. Es ist aber auch von großer Bedeutung, Informationsverarbeitungsprozesse zu evaluieren, wenn der arbeitende Mensch nicht vor Kontrollmonitoren sitzt. So legen erste EEG-Untersuchungen nahe, dass sich die Fähigkeit, Informationen zu verarbeiten, verändert, wenn der Mensch sich bewegt, da dadurch offensichtlich weniger mentale Verarbeitungsressourcen zur Verfügung stehen. Wer durch die Stadt geht und dabei mit seinem Smartphone schnell noch ein paar E-Mails beantwortet, kennt das: Wenn das, was man kommunizieren möchte, ein wenig mehr Nachdenken erfordert, bleibt man erst mal stehen, führt die Argumentation zu Ende, um danach den Weg

fortzusetzen. Unser Gehirn registriert offensichtlich, wann die Verarbeitungskapazitäten nicht mehr ausreichen, allerdings wird uns das in manchen Situationen nicht bewusst. Übertragen auf die Arbeitswelt, kann das heißen: Ein Mensch in Bewegung kann die Information, die er bearbeitet, möglicherweise nicht so vollständig aufnehmen wie ein Mensch, der ruhig an einem Schreibtisch sitzt.

Mentale Zustände werden mobil erfasst

Das EEG ermöglicht es nun zu verstehen, warum und in welcher Weise die Informationsverarbeitung während der Bewegung eingeschränkt ist. Der nächste Schritt wäre es, dieses Wissen zu nutzen, um psychische Beanspruchung beispielsweise in dynamischen Arbeitssituationen sinnvoll anzupassen.

Ein weiterer Vorteil moderner EEG-Messungen ist es, mit hoher Objektivität mentale Zustände und Belastungen zu beschreiben. In einer aktuellen Studie untersuchen wir, welche Verkehrssituationen für ältere Menschen besonders schwierig sind. Die übliche Herangehensweise wäre es, die Fahrstrecke nach bestimmten Kriterien (zum Beispiel Verkehrsdichte oder Lenkaktivität) durch Experten zu beurteilen. Die Analyse des EEGs älterer Autofahrer während der Fahrt in einem Fahrsimulator hat interessanterweise ergeben, dass diese sich mit der Expertenbeurteilung der Streckenschwierigkeit zwar weitgehend deckte, an einigen Stellen jedoch deutlich von dieser abwich. Interessanterweise ergab eine genauere Untersuchung dieser Fahrsituationen, dass die Zuordnung durch das EEG plausibler als die Expertenbeurteilung war. Denn die Expertenbeurteilung hatte zum Beispiel nicht berücksichtigt, dass ältere Autofahrer bei hohem Verkehrsaufkommen auf der Autobahn durch die Verkehrsdichte weniger beansprucht wurden als angenommen, da sie sich an den Verkehrsfluss anpassen und damit das eigene Stressniveau reduzieren beziehungsweise kompensieren können.

Mit kognitiver Neuroergonomie steht somit ein Werkzeug zur Verfügung, das es ermöglicht, psychische Beanspruchung auch in Situationen zu beurteilen, in denen die mentale Last nicht durch Beobachtung oder Befragung erfasst werden kann. Gerade vor dem Hintergrund zunehmender Informationsflut erscheint dieser Zugang ein notwendiges Instrument zu sein, um Arbeitsplätze sicher und gesundheitsförderlich zu gestalten. Auch wenn die verwendete Messtechnik schon bald so gestaltet sein wird, dass man relativ einfach neurophysiologische Maße erfassen können wird, ohne zum Beispiel einen Arbeiter in seiner Bewegungsfreiheit einzuschränken, so sehe ich den Ansatz im Alltag wohl nur begrenzt umsetzbar. In vielen Arbeitsumfeldern wird man sich vorerst damit begnügen müssen, neurophysiologische Messungen in simulierten Arbeitsumgebungen einzusetzen, um eine Arbeitssituation besser zu verstehen, aber die Entwicklungen im Bereich der Neuroergonomie sind aktuell so rasant, dass man nicht vorhersehen kann, welche Möglichkeiten sich in naher Zukunft noch eröffnen werden.

All diese Möglichkeiten bergen jedoch auch Risiken. Messverfahren, die die Beanspruchung eines Menschen gut abbilden können, lassen sich auch dazu nutzen, die Effizienz von Arbeitsprozessen zu erhöhen, da dadurch die individuellen Leistungsgrenzen ausgelotet werden können. Die Messbarkeit psychischer Beanspruchung kann und darf aber nicht dazu führen, dass dieses Potential genutzt wird, um den Menschen systematisch an die Grenzen seiner Belastbarkeit zu führen. Forschung im Bereich kognitiver Neuroergonomie darf nicht zum gläsernen Arbeitnehmer führen, sondern soll vor allem helfen, Gefahren und Chancen, die mit neuen Technologien verbunden sind, besser zu verstehen.

Der Autor ist Professor für Ergonomie an der TU Dortmund und wissenschaftlicher Direktor des Leibniz-Instituts für Arbeitsforschung. Der Artikel ist Teil der von der Gemeinsamen Hertie-Stiftung und dieser Zeitung initiierten Vortragsreihe „Die Zukunft des Gehirns“.