|  |
| --- |
| An die Ethik-Kommission am Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft und dem Zentrum Mensch-Maschine-Systeme an der Technischen Universität Berlin |

Berlin, 30.01.2023

**Antrag auf Stellungnahme**

Für das Forschungsvorhaben:

Handlungsbewusstsein bei augmentierter Handlungsausführung auf Basis von Hirnaktivität

(Preserving Agency in Action Augmentation using Brain Signals reflecting the Intent to Interact)

[**Antragstellende**](#_heading=h.gjdgxs) **[1](#_heading=h.gjdgxs)**

[**Angaben zu den Rahmenbedingungen des Vorhabens**](#_heading=h.30j0zll) **[3](#_heading=h.30j0zll)**

[**Angaben zum Gegenstand und zum Verfahren des Vorhabens**](#_heading=h.3znysh7) **[3](#_heading=h.3znysh7)**

[**Angaben zum Datenschutz:**](#_heading=h.tyjcwt) **[16](#_heading=h.tyjcwt)**

[**Angaben über die Informierung der Untersuchten vor der Untersuchung:**](#_heading=h.k1wed87gv73g) **[17](#_heading=h.k1wed87gv73g)**

[**Angaben zur Erklärung der Bereitschaft, an der Untersuchung teilzunehmen:**](#_heading=h.3dy6vkm) **[18](#_heading=h.3dy6vkm)**

[**Anlagen**](#_heading=h.z66sa8g1h4ru)20

* Informationsblatt
* Einverständniserklärung, Einverständniserklärung Audioaufnahme
* Fragebögen
* Empfangsbestätigung
* Versuchspersonenkodierung

# Antragstellende

Name: Lukas Gehrke

Dienststellung: wissenschaftlicher Mitarbeiter des FG Biopsychologie und Neuroergonomie

Geburtsdatum: 07.11.1986

Nationalität: Deutsch

Institution: Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft

Fachgebiet Biopsychologie und Neuroergonomie

Chair Biological Psychology and Neuroergonomics

Arbeitsstelle: Technische Universität Berlin

Fasanenstr. 1, Sekr. KWT-1

D-10623 Berlin

Telefon: (030) 314 79512

E-Mail: lukas.gehrke@tu-berlin.de

Privatadresse: Finnländische Str. 14, 10439

Telefon privat (0170) 2382325

Name: Klaus Gramann

Dienststellung: Fachgebietsleiter FG Biopsychologie und Neuroergonomie

Geburtsdatum: 27.05.1970

Nationalität: Deutsch

Institution: Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft

Fachgebiet Biopsychologie und Neuroergonomie

Chair Biological Psychology and Neuroergonomics

Arbeitsstelle: Technische Universität Berlin

Fasanenstr. 1, Sekr. KWT-1

D-10623 Berlin

Telefon: (030) 314 79512

E-Mail: klaus.gramann@tu-berlin.de

Privatadresse: Sigmaringer Str. 24, 10713 Berlin

Telefon privat (0172) 5770123

Sekretariat: Carolin Engbertz

# Angaben zu den Rahmenbedingungen des Vorhabens

## Geplanter Beginn und Laufzeit des Vorhabens:

Das Gesamtvorhaben ist mit einer Dauer von zehn Monaten geplant. In diesem Rahmen soll ein Experiment pilotiert und nach erfolgreicher Testung durchgeführt werden. Der Projektstart mit Datenerhebung erfolgt mit positiver Stellungnahme der Kommission.

## Wer finanziert das Projekt (Forschungsträger)? Verlangt dieser eine Ethik-Stellungnahme? Wann ist mit einer Entscheidung des Forschungsträgers zu rechnen?

Das Forschungsvorhaben wird als zusätzliches Experiment im Rahmen eines durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) finanzieren Projektes durchgeführt. Die Forschungsträgerin fordert ein Ethikvotum, das zumindest in Form einer Stellungnahme der örtlichen Ethikkommission vorliegen muss[[1]](#footnote-1).

## Wird begleitend zum Projektvorhaben oder als Teil des Projektvorhabens ein Arzneimitteltest durchgeführt?

Es wird kein Arzneimitteltest durchgeführt.

## Wird im Rahmen des Vorhabens ein Medizinprodukt entwickelt?

Es wird kein Medizinprodukt entwickelt.

# Angaben zum Gegenstand und zum Verfahren des Vorhabens

## Angaben zu Zielen und Verfahren des Vorhabens.

### Ziel:

In diesem Projekt soll ein Prototyp entwickelt und getestet werden, der anhand menschlicher Hirnaktivität die Intention misst einen Finger zu bewegen und mit Detektion des Signals eine funktionelle Muskelstimulation ausführt, die dann eine Fingerbewegung auslöst. Das Ziel der Studie ist es zu verstehen, ob Nutzer:innen durch ein solches System ein ‚natürliches‘ Handlungsbewusstsein (sense of agency) empfinden.

### Verfahren:

Um das beschriebene Ziel zu erreichen, wird menschliche Hirnaktivität mit Hilfe der Elektroenzephalographie (EEG) in Kombination mit der Messung von Muskelaktivität (Elektromyographie, EMG) bei Fingerbewegung gemessen. Zusätzlich wird funktionelle eletkrische Muskelstimulation (EMS) verwendet, um die Muskulatur des Unterarms zu innervieren und damit einen Finger zu bewegen. Zusätzlich wird das subjektiv erlebte Handlungsbewusstsein der Studienteilnehmer:innen durch einen Fragebogen (Agency Questionnaire), eine Aufgabe zur Zeitschätzung (Intentional Binding Paradigma) sowie ein Interview erfasst. Die Daten werden in einem Mixed-Methods Ansatz qualitativ sowie datengetrieben analysiert.

Alle eingesetzten Geräte sind medizinisch getestet. Die Stimulation erfolgt mit dem Gerät ‚prorelax TENS/EMS Super Duo Plus‘ (CE zertifiziert nach Richtlinie 93/42/EWG über Medizinprodukte, Risikoklasse IIa, mehr Information zu finden hier: <https://www.trendmedic.de/de/prorelax-85835-tens-ems-superduo-plus/>). Die Proband:innen werden die elektrische Muskelstimulation vor dem Experiment kennenlernen und können daraufhin entscheiden, ob sie am Experiment teilnehmen wollen oder nicht. Sollte die Stimulation als unangenehm empfunden werden, können Sie das Experiment sofort und ohne Angabe von Gründen abbrechen. Sie erhalten dann die vereinbarte Bezahlung oder Versuchspersonenstunden für die bis zu diesem Zeitpunkt aufgewendete Zeit.

### Experimentelles Paradigma:

Dauer Ton? Aufgabe beginn des tons zu schätzen

Die Proband:innen führen in drei Bedingungen wiederholt eine einfache Tastendruck-Aufgabe auf einem Touchscreen durch. Dabei sitzen Sie vor einem Tisch und haben Ihren rechten Arm auf einer Armstütze abgelegt, sodass die Hand bequem über einem Touchscreen positioniert ist (siehe Abbildung 1).

Zu Beginn der Aufgabe erscheint ein Fixationskreuzes auf dem Touchscreen. Danach ist es die Aufgabe der Proband:innen innerhalb eines Zeitraums von 10 Sekunden den Touchscreen mit dem Ringfinger zu drücken. Den Zeitpunkt der Bewegungsausführung wählen die Proband:innen dabei frei. Nach 10 Sekunden endet die Aufgabe jedoch automatisch. Sobald der Touchscreen gedrückt wurde, erfolgt nach entweder 200, 350, oder 500 ms ein akustisches Feedback, dass den Tastendruck bestätigt. Anschliessend folgt eine Zeitschätzaufgabe: hierbei sollen die Proband:innen angeben, welche Zeit zwischen dem Berühren des Touchscreens und der akustischen Rückmeldung verstrichen A picture containing text, person

Description automatically generatedist (Intentional Binding Paradigma). Dafür tippen sie mit der linken Hand Ihre Schätzung in ms auf einem Nummernpad ein und bestätigen anschliessend Ihre Eingabe.

Abbildung 1: Experimenteller Aufbau – Abbildung aus: Kasahara, Shunichi, Jun Nishida, and Pedro Lopes. 2019. “Preemptive Action: Accelerating Human Reaction Using Electrical Muscle Stimulation Without Compromising Agency.” In Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1–15. CHI ’19. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery.

### Interaktionsbedingungen:

Es werden 3 unterschiedliche Bedingungen getestet:

1. In der ersten Bedingung drücken die Proband:innen den Touchbutton ohne EMS Unterstützung
2. In der zweiten Bedingung bekommen die Proband:innen eine zufällige EMS Unterstützung. Hierbei wird die Unterarmmuskulatur der Proband:innen kurz elektrisch stimuliert. Dies führt zu einer kurzfristigen Flexion des Ringfingers und damit zu einer Abwärtsbewegung. Es wird der Ringfinger stimuliert, da dieser sich am präzisesten durch die EMS Stimulation ansprechen lässt[[2]](#footnote-2). Durch die Muskelstimulation wird eine Fingerbewegung ausgelöst, die zu einem Druck auf den Touchscreen unterhalb der Hand führt. Dies ähnelt, ist aber nicht identisch mit der Bewegung, die in der Bedingung ohne EMS Unterstützung von den Proband:innen ausgeführt wird. Die Stimulation findet in dieser Bedingung zufällig statt. Dafür wird per Zufall eine Reaktionszeit aus Bedingung 1 (ohne replacement) gewählt und die EMS Stimulation zu diesem Zeitpunkt ausgelöst.
3. In der dritten Bedingung erfolgt die Muskelstimulation gesteuert durch ein Brain-Computer Interface (siehe detaillierte Informationen in Abschnitt ‚Brain-Computer Interface‘ (BCI)). Auch in dieser Bedingung erfahren die Proband:innen eine kurze elektrische Stimulation der Unterarmmuskeln, die zu einer kurzfristigen Bewegung des Fingers und damit zur Berührung des Touchscreen führt. Die Stimulation wird in dieser Bedigung durch das BCI ausgelöst.

Zu Beginn wird immer die Bedingung ohne EMS Unterstützung durchgeführt. Im Anschluss folgen die beiden Bedingungen mit EMS Unterstützung mit einer über die Proband:innen abwechselnden Abfolge.

### Ablauf und Design:

Pro Bedingung gibt es ca. 60 Aufgabendurchgänge (Trials) mit der folgenden Abfolge: (1) Jeder Trial beginnt mit einer um 3s (±500ms) dauernden Ruhephase, angezeigt durch ein Fixationskreuz auf dem Bildschirm. (2) Anschliessend verschwindet das Fixationskreuz. Dies ist die Aufforderung an die Proband:innen den Bildschirm mit dem Finger zu berühren. Dafür sollen sie zunächst ca. 2s warten und anschliessend innerhalb eines Zeitraums von 10 Sekunden auf den Bildschirm tippen. Im Einklang mit der Literatur zum sogennanten ‚Bereitschaftspotenzial‘ werden die Proband:innen aufgefordert aus eigenem Willen die Bewegung zum Touchscreen zu initieren und die Taste zu drücken, wenn sie den spontanen Drang hierzu verspühren. (3) Im Anschluss an den Tastendruck wird ein Ton nach entweder 200, 350 oder 500 ms dargeboten. (4) Die Proband:innen müssen nun die Dauer zwischen dem Tastendruck und dem Ton schätzen. Dafür tippen sie mit Ihrer linken Hand Ihre Schätzung in ms auf einem Nummernpad ein und bestätigen Ihre Schätzung. Bei Eingabe der Schätzung startet der nächste Trial.

Nach jedem der drei Blöcke beantworten die Testpersonen Items zu Ihrem Handlungsbewusstsein (Sense of Agency Fragebogen[[3]](#footnote-3), siehe Anhang) und werden zu Ihrem Erleben der unterschiedlichen experimentellen Bedingungen interviewt. Die physiologischen Messungen werden während des gesamten Experimentes durchgehend erhoben. Die Proband:innen haben zwischen den experimentellen Blöcken und zwischen einzlenen Trials die Möglichkeit Pausen einzulegen. Die Dauer eines Trials beläuft sich auf maximal 20 Sekunden. Ein Block mit 60 Trials, Fragebogen, Interview und Pause dauert entsprechend maximal 28 Minuten. Die reine Experimentalzeit beläuft sich entsprechend maximal auf anderthalb Stunden plus Vor- und Nachbereitung der physiologischen Messungen (ca. 30 Minuten). Insgesamt dauert das Experiment maximal 120 Minuten. In Vortests und vergleichbaren Studien zeigte sich, das nach ca. 5 Sekunden der Touchscreen gedrückt wird. Angenommen dies zeigt sich auch im Hauptexperiment, so reduziert sich die Dauer pro Block um ca 5 Minuten. Insgesamt sollte sich die Dauer des Experiments somit um eine Viertelstunde reduzieren.

### Brain-Computer Interface:

Die Daten die in der Bedingung ohne EMS Unterstützung aufgenommen wurden, werden im Anschluss verwendet um einen auf den EEG Daten basierten Klassifizierer zu trainieren. Dies nimmt ca. 5 Minuten in Anspruch währenddessen die Proband:innen eine Pause haben. Zunächst wird dafür auf Basis der EMG Daten Muskelaktivität detektiert, die reflektiert wann Proband:innen den Tastendruck initiieren. Anhand dieser Daten werden zwei Datenklassen erstellt, die das Klassifizierungssystem lernt zu separieren: eine Klasse 1s-langer Epochen bis zum Bewegunsgsstart (Bewegungsintention) sowie eine Klasse mit 1s-langen Daten in der Ruhephase während der Anzeige des Fixationskreuz zwischen den Trials. In der Bedingung mit EMS Unterstützung wird der trainierte Klassifizierer in Echtzeit verwendet um anhand des BCIs die Bewegungsintention zu detektieren und die Muskelstimulation auszulösen.

### Abhängige Maße, Studiendesign und Analyse:

Um zu Verstehen, ob Proband:innen durch den Prototyp ein ‚natürliches‘ Handlungsbewusstsein (Sense of Agency) empfinden, werden die Fragebogenergebnisse, die Zeitschätzungswerte, sowie die mittels ‚Sentiment Analyse‘ ausgewerteten Interviews analysiert.

## Welche Messmethoden und Anwendungen werden verwendet? Besteht eine Gefährdung der Proband:innen?

### Bezüglich der Verwendung des Elektroenzephalogramms (EEG)

Im Experiment kommt das Elektroenzephalogramm (EEG) zum Einsatz. Die Methode ist ungefährlich für die Proband:innen und es existieren keinerlei Hinweise auf eine langfristige Schädigung durch die Methode. Das EEG leitet anhand von Oberflächenelektroden die elektrische Aktivität des Gehirns ab. Hierbei werden den Testpersonen flexible Hauben aufgesetzt, die an definierten Positionen Adapter für die Anbringung der Elektroden aufweisen. Die Elektroden werden an ausgewählten Positionen an der Kappe befestigt und die Kopfhaut unter den Elektroden wird durch leichtes Abreiben mit einer abrasiven Paste oder anhand stumpfer Hohlnadeln vorbereitet. Durch die Vorbereitung und den Druck der Elektroden kann es zu leichten Rötungen auf der Haut kommen, die in der Regel nach einiger Zeit wieder verschwinden. Im Labor des Fachgebietes werden Einwegspritzen mit Hohlnadeln verwendet oder die verwendeten Nadeln werden nach Verwendung entsprechend desinfiziert. Anschließend wird der Zwischenraum unter der Elektrode (zwischen Kopfhaut und Elektrode) mit Elektrolyt aufgefüllt. Elektrolyt ist eine zähflüssige isotonische Paste, die der Verbesserung der Leitfähigkeit der gemessenen Ströme zwischen Kopfhaut und Elektrode dient. Es wird kommerziell hergestelltes, hautfreundliches Elektrolyt verwendet. Es liegen keine Kenntnisse über potenzielle Unverträglichkeiten vor. Die Vorbereitung der Testpersonen ist zeitintensiv und die Daür abhängig von der Anzahl der Elektroden. Nach den Experimenten können die Proband:innen sich die Haare waschen, um das Elektrolyt zu entfernen. Hierfür werden angemessene Waschräume auf den Herren- oder Damentoiletten oder einem barrierefreien Waschraum zur Verfügung gestellt. Neben Shampoo werden ebenfalls Handtücher, Bürsten und ein Föhn zur Verfügung gestellt.

### Bezüglich der Verwendung der Elektromyographie (EMG)

Die Messung der elektrischen Aktivität der Muskeln (EMG) erlaubt eine Aussage über die Muskelanspannung. Die Erfassung erfolgt an der Hautoberfläche mithilfe von einzelnen Elektroden oder einem elastischen Band. Um den Kontakt zwischen Elektroden und Haut zu optimieren, werden gegebenenfalls die Haare an der jeweiligen Stelle rasiert. Proband:innen können sich an ihnen zugänglichen Stellen selbst rasieren oder auf Wunsch ein Versuchsleiter oder eine Versuchsleiterin die Rasur vornehmen lassen. Prinzipiell wird ein gleichgeschlechtlicher Versuchsleiter die Rasur durchführen um eine unbedenkliches Vorgehen auf Seiten der Proband:innen und Versuchsleiter zu ermöglichen. Danach wird die Haut mit Alkohol gereinigt. Hierbei können bei sensibler Haut Irritationen auftreten. Mit Elektrodengel wird die Leitfähigkeit weiter verbessert. Die verwendeten Stoffe sind klinisch getestet und lassen sich nach Abschluss des Versuchs leicht abwaschen. Durch die Vorbereitung und den Druck der Elektroden kann es zu leichten Rötungen auf der Haut kommen, die in der Regel nach einiger Zeit wieder verschwinden. Die Methode ist ungefährlich für die Proband:innen und es existieren keinerlei Hinweise auf eine langfristige Schädigung durch die Methode.

### Bezüglich der Verwendung von Funktionelle Elektrostimulation (EMS)

Zur Stimulation wird eine medizinisch kompatible Funktionelle Elektrostimulation (FES) verwendet. Es handelt sich hierbei um das System prorelax TENS/EMS Super Duo Plus der Firma Euromedics GmbH. Das Gerät erzeugt in einem Regelkreis elektrische Impulse, die mit einer Stimulationseinheit über zwei flexible Elektroden an die Muskulatur der Teilnehmer gegeben werden.

Die Unterarmmuskeln der Proband:innen werden mit einem Stimulationskanal (ein Kanal besteht aus zwei Elektroden) stimuliert. Die Intensität der Stimuli wird pro Proband kalibriert und variiert individüll sowie in Abhängigkeit von der zu stimulierenden Muskulatur. Die Intensität des Stroms wird pro Versuchsperson kalibriert, um jederzeit einen schmerzfreien Betrieb zu gewährleisten. Im System können 25 Intensitätsstufen eingestellt werden. Prorelax’s Stimulatoren verifizieren das Vorhandensein der Elektroden, indem sie vor jedem einzelnen Stimulationsimpuls einen Mikroimpuls verwenden. Wenn die Elektrode nicht vorhanden ist, wird der Stimulator ausgeschaltet und es werden keine Impulse bereitgestellt. Der Stimulator ist galvanisch vom USB-Computer oder externen Stromqüllen getrennt, die mit internen Batterien betrieben werden. Die Stimulatoren haben aus Sicherheitsgründen eine Stromgrenze von 80 mA.

### Bezüglich der Verwendung subjektiver Maße

Das Handlungsbewusstsein (Sense of Agency, siehe auch Anhang) wird erfasst mit drei gängigen Fragen aus der Literatur[[4]](#footnote-4).

Die erste der drei Fragen: “I felt like the device I was using was part of my body” bezieht sich dabei auf das Konstrukt ‚body ownership‘ während die Fragen zwei: „It felt like I was in control of the movements during the task.” und drei: “What is the degree of control you felt?” Bezug nehmen auf das Konstrukt ‚experienced agency‘. Jede Frage bietet Antwortmöglichkeiten auf einer 7-Punkt Likert-Skala. Da keine ausreichend validierte Übersetzung der Skala verfügbar ist, werden die Items in englischer Sprache präsentiert. Auf notwendige Sprachkenntnisse wird im Versuchspersonen-Recruiting hingewiesen.

### Bezüglich der Durchführung eines Exit-Interviews

Nach Abschluss der Experimentalblöcke werden die Proband:innen gebeten, an einem qualitativen Interview teilzunehmen. Das halb-strukturierte Interview dient hauptsächlich dazu, zu erfassen, ob die Funktionsweise des Prototyps verstanden, also ob ein Unterschied zwischen den beiden EMS Bedingungen wahrgenommen wurde. Darüberhinaus ist von Interesse wie die Proband:innen die Funktionsweise des Prototyps beschreiben und wie sich die Interaktion für sie angefühlt hat. Ziel des phenomenologischen Interviews[[5]](#footnote-5) ist es, dass die Proband:innen Ihr Handlungsbewusstsein (Sense of Agency) beschreiben.

## Charakterisierung der Stichprobe u.a. durch Altersangaben.

Für die Datenerhebungen werden Männer und Frauen im Alter zwischen 18 und 65 Jahren angeworben. Die Stichprobe wird auf rechtshändige Teilnehmende beschränkt. Die Beschränkung der Händigkeit eliminiert diese als Varianzquelle und hält damit die notwendige Anzahl der Proband:innen in einem handhabbaren Rahmen. Zusätzlich sind fließende Deutschkenntnisse (B2/C1) und gute Englischkenntnisse (B1/ B2) notwendig.

Diese Studie ist, unter Beachtung der gelisteten Ansprüche, offen für beeinträchtige Personen. Der Zugang zu unserem Labor kann auf Anfrage barrierefrei gewährleistet werden. Bei Proband:innen, die ein erhöhtes Risiko für einen schweren Covid-19-Verlauf kommunizieren, verstärken wir unsere Hygienemaßnahmen und orientieren und an Corona-Protokollen aus dem Frühjahr 2020.

## Wie werden Versuchsteilnehmer rekrutiert (z.B. durch Anzeigen, Random-Wahl aus Listen)?

Die Proband:innen werden durch Anzeigen und Aushänge in den Berliner Hochschulen sowie eine Anzeige im Versuchspersonenportal SONA[[6]](#footnote-6) rekrutiert. Darüber hinaus wird das Experiment auf den Internetseiten des Fachgebietes beworben. Durch die Internetwerbung sowie die Nutzung des Portals wird potenziellen Teilnehmern aller Altersgruppen Zugang zum Experiment gewährt. In den Anwerbemaßnahmen werden die Methoden und die Notwendigkeit für Vor- und Nachbereitung bei psychophysiologischen Messungen beschrieben. Die Anwerbemaßnahmen umfassen z.B. die folgenden Informationen:

„Bei der Studie „EMS Interaktion“ geht es um eine neuartige Mensch-Computer-Interaktion mit funktioneller Muskelstimulation (FES, EMS). In dieser Studie wird mit einem Elektroenzephalogramm (EEG) die elektrische Aktivität des Gehirns gemessen. Dies dient der Erforschung der Funktionsweise des menschlichen Gehirns während der Muskelstimulation. Das EEG ist die Messung der elektrischen Aktivität des Gehirns, die an der Kopfoberfläche abgegriffen werden kann. Da die Hirnaktivität an der Kopfoberfläche nur sehr schwach ist, wird mit Elektroden versucht den Kontakt zur Kopfoberfläche zu optimieren. Hierzu werden die Haare mit einer stumpfen Nadel zur Seite geschoben. Zusätzlich wird Elektrodengel benutzt, um die Leitfähigkeit weiter zu verbessern. Sollten Sie eine hohe Hautempfindlichkeit haben, teilen Sie uns dies bitte mit. Möglicherweise kommt eine Teilnahme für Sie dann leider nicht infrage.

Sie sollen auf einem Touchscreen dargestellte Tasten drücken und anschließend eine Zeitschätzung abgeben. Hierbei gibt es drei unterschiedliche Bedingungen mit und ohne Muskelstimulation. Zu Beginn werden Sie die Möglichkeit haben sich mit der EMS Stimulation sowie dem Verlauf des Experiments vertraut zu machen. Dann folgen drei Experimentalblöcke die jeweils ca. 20 Minuten dauern. Zwischen den Blöcken können Sie jeweils eine Pause machen. In zwei der drei Blöcke wird Ihr Ringfinger durch eine kurze elektrische Stimulation Ihres Unterarms bewegt. Die kurze Stimulation führt zu einer Kontraktion der Muskeln in Ihrem Unterarm und führt damit zu einem kurzen ‚Abklappen‘ des Fingers. Sollte Sie Ihnen unangenehm sein, so können Sie den Versuch jederzeit und ohne Angabe von Gründen abbrechen. Es entsteht Ihnen kein Nachteil und Sie werden für die bis dahin aufgewendete Zeit vergütet.

Der Versuch wird insgesamt ca. 1½ bis 2 Stunden dauern, inklusive der Vor- und Nachbereitungszeit. Vor, während und nach dem Versuch steht Ihnen die Versuchsleiterin bzw. der Versuchsleiter jederzeit unterstützend zur Seite. Sie können den Versuch jederzeit und ohne Angabe von Gründen abbrechen. Es entsteht Ihnen kein Nachteil und Sie werden für die bis dahin aufgewendete Zeit vergütet.“

Bitte beachten Sie, dass die erhobenen physiologischen Daten keinen Rückschluss auf Ihren Gesundheitszustand erlauben und unsere Mitarbeit nicht befugt, sind eine Diagnose zu stellen. Weiterhin beachten Sie bitte, dass bei dieser EEG-Messung ein Elektrodengel auf ihre Kopfhaut aufgetragen wird und sie sich daher nach der Hauptuntersuchung die Haare waschen sollten. Hierzu haben Sie in unseren Räumlichkeiten die Möglichkeit. Frische Handtücher, Shampoo, Bürste und Föhn stellen wir zur Verfügung. Die Teilnahme dauert zwei bis max. drei Stunden und wird mit einem festen Grundsatz von 12€ pro Stunde oder durch eine Anrechnung von Versuchspersonenstunden vergütet. Bei frühzeitigem Abbruch, unabhängig vom Grund (z.B. eigener Wunsch, technische Probleme), erhalten Sie die Vergütung anteilig für die bis zu diesem Zeitpunkt aufgewendete Zeit. Der Betrag (sowohl in Euro als auch in Versuchspersonenstunden) wird dabei auf jede angefangene halbe Stunde aufgerundet.“

## Wird die Teilnahme vergütet? Werden Teilnehmern andere Vorteile zugesagt?

Die Teilnahmevergütung richtet sich nach dem zeitlichen Aufwand der Untersuchung und 12 Euro pro Stunde. Bei frühzeitigem Abbruch, unabhängig vom Grund (z.B. eigener Wunsch, technische Probleme), erhalten die Proband:innen die Vergütung anteilig für die bis zu diesem Zeitpunkt aufgewendete Zeit. Der Betrag (sowohl in Euro als auch in Versuchspersonenstunden) wird dabei für jede angefangene halbe Stunde aufgerundet.

## Werden die Untersuchten mental besonders beansprucht (z.B. durch Tätigkeitsdaür, aversive Reize, negative Erfahrungen)?

In den Untersuchungen müssen die Testpersonen im Sitzen wiederholt auf einen Touchscreen tippen. Es ist anzunehmen, dass diese Tätigkeit typisch für alltägliches Verhalten ist, z.B. ähnlich der Bedienung eines PCs mit einer Maus, und daher keine ungewöhnliche Belastungssituation darstellen.

Die Gesamtdaür eines Untersuchungstermins beträgt ca. 90-120 Minuten, siehe Tabelle 1. Davon entfallen ca. 60-90 Minuten auf die Bearbeitung der Versuchsaufgabe. Die Aufgaben bestehen in einzelnen, voneinander trennbaren Trials, die ca. 180-mal wiederholt werden (die maximale Dauer eines Trials ist ca. 15s). Die Proband:innen haben zwischen dem Setup und der Experimentalphase, zwischen den Experimentalblöcken, und zwischen den Trials die Möglichkeit eigenständig Pausen einzulegen.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Element | Unterelement | Unterunterelement | Wiederholungen | | Maximale Dauer (hh:mm:ss) | |
| Setup + Kalibrierung EMS  Klassifizierer Training |  |  |  | | 00:30:00  00:05:00 | |
| Experimentalblöcke |  |  | |  | 00:84:00 | |
|  | Block |  | | 3 | 00:28:00 | |
|  |  | Trial | | 60 | 00:00:20 | |
|  |  | Fragebogen | | 1 | 00:01:00 | |
|  |  | Interview  Pause | | 1  1 | 00:05:00  00:02:00 | |
| Gesamtdaür |  |  | |  | | 01:59:00 |

*Tabelle 1: Geplante zeitliche Beanspruchung.*

## Geben die Untersuchten persönlicher Erfahrungen oder Einstellungen preis?

Fragen zur Gesundheit sind standardmäßig im Ausgangslage-Fragebogen enthalten, um potenzielle Abweichungen einzelner Testpersonen von der gesunden Normalpopulation kontrollieren zu können. Da wir zentrale physiologische Masse erheben, ist das Wissen um den momentanen Gesundheitszustand und auch die Geschichte potenzieller neurologischer Erkrankungen wichtig, um Abweichungen in den EEG Daten verstehen zu können. Die Richtlinien bei der Erhebung, Auswertung und Speicherung der entsprechenden Daten werden eingehalten. Außer der Items zur Erfassung des subjektiven Handlungsbewusstseins (sense of agency) und der im Exit-Interview abgefragten Aspekte der Erfahrung (spezifiziert unter - Welche Messmethoden werden angewandt?) werden keine Einstellungen abgefragt.

# Angaben zum Datenschutz

## Welche personenbezogenen Daten werden erhoben?

Die Proband:innen machen in verschiedenen Fragebögen Angaben zur Person und zum Alter, Händigkeit, Sehhilfe und Ausbildung- bzw. Berufsstatus (siehe Anhang: Fragen zur Person). Sie werden weiterhin mit einem Standardfragebogen zusätzlich über gegenwärtige und frühere Erkrankungen befragt (siehe Anhang: Fragen zur Gesundheit). Weitere Fragebögen erfragen Angaben zum momentanen Zustand (Müdigkeit, Koffein-Konsum, Zigarettenkonsum sowie Schwindel, Unwohlsein und Magenbeschwerden).

## Sind Video- oder Tonaufnahmen oder andere Verhaltens-Registrierungen vorgesehen?

Neben den Reaktionszeiten und den Antworten zur Zeitschätzaufgabe werden nach Zustimmung der Proband:innen während des qualitativen Interviews Audioaufnahmen zu Auswertungszwecken aufgezeichnet. Für die Nutzung der Audioaufnahmen liegt eine separate Einverständniserklärung vor.

## 

## Wie wird die Anonymisierung erhobener Daten gesichert?

In keinem Fragebogen oder digitalem Datenfile werden Namen oder sonstige Informationen angegeben, die eine Identifizierung des individüllen Proband:innen zulassen würden. Die Testpersonen generieren vor der Teilnahme an dem Experiment selbst ihren individüllen Code, den sie jederzeit wieder rekonstruieren können. Dieser Code ist die einzige direkte Möglichkeit die erhobenen Daten mit konkreten Personen in Verbindung zu bringen. Die digitalen Daten werden ausschließlich auf den fachgebietseigenen Serverinfrastrukturen für Experimentaldaten abgelegt. Die analogen Daten werden bis zur Löschung dieses Codes (siehe unten) verschlossen aufbewahrt (schliessbarer Metallspind im Labor), das Schlüsseldokument selbst wird davon getrennt verschlossen aufbewahrt (Safe im Bürogebäude). Zugang haben nur Klaus Gramann sowie Lukas Gehrke. Testpersonen können bis 30 Tage nach der Erhebung eine nachträgliche Löschung ihrer Daten anhand dieses Codes beantragen, 30 Tage nach Abschluss der Datenerhebung der gesamten Stichprobe wird das Schlüsseldokument zerstört. Um Stichprobenvergleiche mit anderen Studien gewährleisten zu können, fließen die erhobenen demografischen Angaben in den Analysedatensatz ein. Diese umfassen das Alter, das biologische sowie erlebte Geschlecht und einzelne Angaben zur Erfahrung mit psychophysiologischen Experimenten, Erfahrung mit elektrischer Muskelstimulation. Mögliche Zeitstempel in den Daten werden entfernt oder randomisiert.

## Wie stellen Sie eine sichere und langfristige Datenspeicherung sicher?

Die anonymisierten Daten werden auf dem Server des Instituts mit seiner Backup Infrastruktur gesichert.

## Wann werden die gespeicherten Daten gelöscht?

Eine Löschung der Daten ist zu keinem spezifischen Zeitpunkt geplant.

## Können Teilnehmende jederzeit die Löschung ihrer Daten verlangen?

Die Proband:innen werden informiert, dass sie bis vier Wochen nach ihrem Untersuchungstermin die Löschung ihrer Daten in Teilen oder gesamt beantragen können.

## Wer hat Zugriff zu den Versuchsdaten?

Die anonymisierten Daten (Leistungs-, Bewegungs- und/oder physiologischen Daten) können bei Bedarf an kollaborierende wissenschaftliche Einrichtungen weitergegeben werden. Dies kann auf Ebene der erhobenen Rohdaten oder aber in aggregierter Form für weiterführende Analysen geschehen. Daten werden nur in anonymisierter Form weitergegeben, sodass zu keinem Zeitpunkt ein Zusammenhang zwischen experimentellen Daten und personenbezogenen Daten hergestellt werden kann. Zusätzlich ist Open-Access-Veröffentlichung der anonymisierten Daten, zum Beispiel auf OpenNEURO[[7]](#footnote-7) und DepositOnce[[8]](#footnote-8) , angedacht.

# Angaben über die Informierung der Untersuchten vor der Untersuchung

## Ein Informationstext für die Proband:innen soll der EK in jedem Fall vorgelegt werden; falls auch gesetzliche Vertretende (z.B. Eltern) zustimmen müssen, ein weiterer Text für diese.

Personen, die sich zur Teilnahme anmelden, erhalten einen Informationstext. Dieser informiert über die Ziele, Verfahren, Daür, Belastungen, Vergütung und die Rücktrittsmöglichkeit. Außerdem enthält der Text die Kontaktdaten zur Untersuchungsleitung und Verhaltensrichtlinien für den Tag der Untersuchungsdurchführung. Der jeweilige Informationstext ist zum Verbleib bei den Proband:innen bestimmt. Zu Beginn der Untersuchung wird der Text erneut vorgelegt. Jede Testperson erklärt durch Unterschrift das Einverständnis (siehe Anhang: Einverständniserklärung).

## Wird detailliert über Ziele und Verfahren der Untersuchung aufgeklärt, wie auch

*a) über die Daür der Untersuchung,*

Ja.

*b) über Belastungen und Risiken durch spezifische Untersuchungsverfahren,*

Ja.

*c) über Vergütungen und andere Zusagen an die Proband:innen*

Ja.

*d) über die jederzeitige und folgenlose Rücktrittsmöglichkeit von der Teilnahme-Bereitschaft?*

Ja.

# Angaben zur Erklärung der Bereitschaft, an der Untersuchung teilzunehmen

## Eine Erklärung, mit der die Untersuchten (oder deren gesetzliche Vertretende) die Bereitschaft zur Teilnahme an der Untersuchung bekunden, soll der EK in jedem Fall vorgelegt werden.

Die Einverständniserklärungen für die Untersuchungen befinden sich im Anhang.

## Nimmt die Bereitschaftserklärung eindeutig Bezug auf die Teilnehmer-Information?

Die Bereitschaftserklärung beinhaltet die wesentlichen Proband:innen-Informationen.

## Führt sie vorgesehene Maßnahmen zum Datenschutz auf?

Ja.

## Bestätigt sie die Freiwilligkeit der Teilnahme an der Untersuchung?

Ja.

## Erwähnt sie das Recht, die Bereitschaftserklärung zu widerrufen?

Ja.

# Durchführung von neuropsychologischen Messungen während der Corona Pandemie

Die Anbringung von EEG-Elektroden und sonstiger Hardware ist eine körpernahe Tätigkeit und kann nicht unter Einhaltung des Mindestabstandes durchgeführt werden. Um den Schutz unserer Proband:innen und Mitarbeitenden zu gewährleisten, befolgen wir Schutzmaßnahmen, welche zu jedem Zeitpunkt über die gesetzlichen und universitären Vorschriften hinausgehen.

# Anlagen

1. Informationsblatt
2. Einverständniserklärung Teilnahme (jeweils ein Exemplar für die Proband:innen und eins für die Versuchsleitung)
3. Einverständniserklärung Audioaufname (jeweils ein Exemplar für die Proband:innen und eins für die Versuchsleitung)
4. Agency Questionnaire
5. Empfangsbestätigung Versuchspersonengeld
6. Versuchspersonencode und Liste
7. Experimentteilnahme Ausschreibung

**Prof. Dr. Klaus Gramann**Text

Description automatically generated

Sekretariat KWT-N 1

Fasanenstr. 1

10623 Berlin

**Informationsblatt** 30.01.2023

**Bitte lesen Sie sich die folgenden Anmerkungen zur Durchführung der Studie aufmerksam durch.**

**Durchführung von biopsychologischen Erhebungen während der Corona Pandemie**

Die Anbringung von Hardware für biopsychologische Messungen ist eine körpernahe Tätigkeit und kann nicht unter Einhaltung des Mindestabstandes durchgeführt werden. Um Ihren und unsern Schutz zu gewährleisten, befolgen wir Maßnahmen, welche zu jedem Zeitpunkt über die gesetzlichen und universitären Vorschriften hinausgehen.

Bitte teilen Sie uns jetzt und zu jedem Zeitpunkt mit, falls sie Symptome verspüren, die einer Infektion mit dem Virus zugeordnet werden können oder bei Ihnen, zum Beispiel auf Grund von Risikokontakten, erhöhtes Risiko von Infektion vorliegt. Bitte teilen Sie uns außerdem mit, wenn sie zusätzliche Schutz-Maßnahmen (z.B. Face-Shield) wünschen.

**Über die Studie**

Die Studie „EMS Interaktion“ wird durch die Technische Universität Berlin am Fachgebiet Biopsychologie und Neuroergonomie durchgeführt. Die Kontaktadresse des Hauptverantwortlichen des Fachgebietes finden Sie rechts oben auf diesem Blatt.

Bei diesem Experiment geht es um die neuartige Interaktion durch funktionelle Muskelstimulation (EMS). Sie werden eine Klickaufgabe mit anschliessender Zeitschätzung in drei verschiedenen Bedingungen durchführen. Genauere Instruktionen zur Bewegungsaufgabe erhalten Sie zu einem späteren Zeitpunkt.

Zu Beginn werden Sie die Möglichkeit haben sich mit der EMS Stimulation sowie dem Verlauf des Experiments vertraut zu machen. Dann folgen drei Experimentalblöcke die jeweils ca. 20 Minuten daürn. Zwischen den Blöcken können Sie jeweils eine Pause machen.

In zwei der drei Blöcke wird Ihr Ringfinger durch eine kurze elektrische Stimulation Ihres Unterarms bewegt. Die kurze Stimulation führt zu einer Kontraktion der Muskeln in Ihrem Unterarm und führt damit zu einem kurzen ‚Abklappen‘ des Fingers. Sollte Sie Ihnen unangenehm sein, so teilen Sie dies bitte der Versuchsleitung mit. Sie können den Versuch jederzeit und ohne Angabe von Gründen abbrechen. Es entsteht Ihnen kein Nachteil und Sie werden für die bis dahin aufgewendete Zeit vergütet.

Der Versuch wird insgesamt ca. 1½ bis 2 Stunden daürn, inklusive der Vor- und Nachbereitungszeit. Vor, während und nach dem Versuch steht Ihnen die Versuchsleiterin bzw. der Versuchsleiter jederzeit unterstützend zur Seite. Sie können den Versuch jederzeit und ohne Angabe von Gründen abbrechen. Es entsteht Ihnen kein Nachteil und Sie werden für die bis dahin aufgewendete Zeit vergütet.

**Datenerhebung**

Bei diesem Versuch werden Daten erhoben bzw. verschiedene Signale aufgezeichnet. Im Folgenden finden Sie eine kurze Beschreibung:

*Fragen zu persönliche Daten und Informationen zu Ihrer Ausgangslage.*

Wir fragen Sie nach Ihren persönlichen Daten, damit wir Sie in die richtige Personengruppe einordnen können. Faktoren wie Alter oder Geschlecht können möglicherweise einen Einfluss auf die erhobenen Daten haben. Dies kann durch die Erhebung der Daten kontrolliert werden.

*Fragebögen.* [Absatz Fragebogen nur relevant für Experiment 1]

Hierbei handelt es sich um Fragen und/oder Fragebögen bevor, während, oder nach der Studie, die spezifisch für diese Studie relevant sind. In dieser Studie werden Sie mehrfach gebeten Items zum Präsenzerleben zu beantworten.

*Verhaltensdaten (z.B. Tastendrücke, Rechnereingaben, Interaktion in virtueller Realität).*

Diese Daten sind notwendig, um Ihr Verhalten und Ihre Antworten hinsichtlich Reaktionsgeschwindigkeit, Richtigkeit, Präferenzen etc. auswerten zu können.

*Exit-Interview mit Audioaufnahmen.*

Im Anschluss an diesen Versuch würden wir gerne ein qualitatives Exit-Interview durchführen, in dem wir Ihnen Fragen zu Ihrem Erleben des Experiments stellen. Dieses würden wir zur Vereinfachung der Auswertung durch Tonaufnahmen festhalten. Für die weitere Nutzung dieser Daten liegt eine separate Einverständniserklärung vor.

*Elektroenzephalogramm (EEG).*

Das EEG ist die Messung der elektrischen Aktivität des Gehirns, die an der Kopfoberfläche abgegriffen werden kann. Während des Versuchs wird mithilfe von Elektroden, die direkt oder mittels einer elastischen Kappe auf der Kopfoberfläche befestigt werden, das EEG aufgezeichnet. Da die Hirnaktivität an der Kopfoberfläche nur sehr schwach ist, wird mit Elektroden versucht den Kontakt zur Kopfoberfläche zu optimieren. Hierzu werden die Haare mit einer stumpfen Nadel zur Seite geschoben. Zusätzlich wird Elektrodengel benutzt, um die Leitfähigkeit weiter zu verbessern. Dieses Gel enthält Salze und fördert die Leitfähigkeit für die Messung.

Die verwendeten Stoffe sind klinisch getestet und lassen sich nach Abschluss des Versuchs leicht auswaschen. Durch die Vorbereitung und den Druck der Elektroden kann es zu leichten Rötungen auf der Kopfhaut kommen, die in der Regel nach einiger Zeit wieder verschwinden. Nach der Messung können Sie sich die Haare waschen. Es wird Ihnen alles zum Waschen der Haare zur Verfügung gestellt.

*Elektromyogramm (EMG; Muskelaktivität).*

Die Messung der elektrischen Aktivität der Muskeln erlaubt eine Aussage über die Muskelanspannung. Die Erfassung erfolgt an der Hautoberfläche mithilfe von einzelnen Elektroden oder einem elastischen Band.

Um den Kontakt zwischen Elektroden und Haut zu optimieren werden gegebenenfalls die Haare an der jeweiligen Stelle rasiert. Danach wird die Haut mit Alkohol gereinigt. Mit Elektrodengel wird die Leitfähigkeit weiter verbessert.

Die verwendeten Stoffe sind klinisch getestet und lassen sich nach Abschluss des Versuchs leicht abwaschen. Durch die Vorbereitung und den Druck der Elektroden kann es zu leichten Rötungen auf der Haut kommen, die in der Regel nach einiger Zeit wieder verschwinden.

*Funktionelle Elektrostimulation (FES, EMS)*

Bei Verwendung der Funktionellen Elektrostimulation werden anhand medizinisch getesteter Apparate elektrische Impulse erzeugt, die über flexible Elektroden an die Muskulatur übertragen werden. Diese Methode wird häufig im Bereich der Rehabilitation angewendet.

Die Intensität des Stroms wird individuell angepasst. Dabei werden zunächst schwächste, aber noch erkennbare Werte eingestellt und diese Schritt für Schritt erhöht, bis eine angenehme und schmerzfreie funktionelle Stimulation möglich ist, die die Berührung des virtüllen Objektes realistisch simuliert.

Die verwendeten Stoffe sind klinisch getestet und lassen sich nach Abschluss des Versuchs leicht abwaschen. Durch die Funktionelle Stimulation bei der sich wiederholende Bewegungen kann es zu leichten Ermüdung der angeregten Muskeln kommen, die in der Regel nach einiger Zeit wieder verschwinden.

**Anonymisierung und Nutzung der Daten**

Die Technische Universität Berlin arbeitet nach den gesetzlichen Bestimmungen über den Datenschutz. Die erhobenen Daten werden elektronisch in anonymisierter Form gespeichert, sodass sie nach der Studie keinen konkreten Personen mehr zugeordnet werden können. Zur Verweisung auf die Daten wird einen *Versuchspersonencode* benutzt. Nur Sie selbst behalten die Möglichkeit, diesen Code zu ihrer Person zuzuordnen.

Die aufgezeichneten Daten werden ausschließlich für Forschungszwecke verwendet. Die physiologischen Messungen erlauben keinen Rückschluss auf Ihren Geistes- oder Gesundheitszustand und unsere Mitarbeitende können und dürfen keine Aussagen hierzu treffen. Die Daten—z.B. als aggregierte Zusammenfassungen, aber auch sämtliche Rohdaten—können zu wissenschaftlichen Zwecken in anonymisierter Form an andere Wissenschaftler weitergegeben und gegebenenfalls auf sogenannten Open-Access-Plattformen veröffentlicht werden.

**Ihre Rechte**

Ihre Teilnahme ist freiwillig. Sie haben als Teilnehmer jederzeit das Recht, den Versuch abzubrechen, ohne dafür Gründe angeben zu müssen. Wenn Sie die Studie vorzeitig abbrechen, haben Sie Anspruch auf eine Aufwandsentschädigung, falls eine vereinbart wurde, für die bis dahin absolvierte Zeit.

Sie haben nach dem Versuch die Möglichkeit ihre Daten löschen zu lassen. Diese Möglichkeit besteht für mindestens 30 Tage ab Ihrer Teilnahme und endet mit Einreichung der Daten im Rahmen einer wissenschaftlichen Publikation. Die dafür notwendigen Informationen finden Sie auf ihrer persönlichen Kopie der Einverständniserklärung.

**Aufwandsentschädigung**

Für Ihre Teilnahme erhalten Sie pro Stunde wahlweise 12 Euro, oder eine vom *Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft der TU Berlin* anerkannte Versuchspersonenstunde. Bei frühzeitigem Abbruch, unabhängig vom Grund (z.B. eigener Wunsch, technische Probleme), erhalten Sie die Vergütung anteilig für die bis zu diesem Zeitpunkt aufgewendete Zeit. Der Betrag (sowohl in Euro als auch in Versuchspersonenstunden) wird dabei auf jede angefangene halbe Stunde aufgerundet. Ihr zuständiges Finanzamt wird über die entsprechende Zahlung nach Maßgabe der „Verordnung über Mitteilungen an die Finanzbehörden durch andere Behörden und öffentlich-rechtliche Rundfunkanstalten“ in der Fassung vom 23.12.2003 unterrichtet.

**Weitere Anmerkungen**

Es kann vorkommen, dass die Versuchsleiterin bzw. der Versuchsleiter die Studie vorzeitig beendet, z.B. wegen technischer Probleme, oder weil Sie den Erfordernissen der Studie nicht entsprechen. In diesem Fall haben Sie Anspruch auf eine Aufwandsentschädigung für die bis dahin absolvierte Zeit.

1. <https://www.dfg.de/formulare/54_01/54_01_de.pdf> [↑](#footnote-ref-1)
2. Kasahara, Shunichi, Jun Nishida, and Pedro Lopes. 2019. “Preemptive Action: Accelerating Human Reaction Using Electrical Muscle Stimulation Without Compromising Agency.” In Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1–15. CHI ’19. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. [↑](#footnote-ref-2)
3. Bergström, Joanna, Jarrod Knibbe, Henning Pohl, and Kasper Hornbæk. 2022. “Sense of Agency and User Experience: Is There a Link?” ACM Trans. Comput.-Hum. Interact., 28, 29 (4): 1–22. [↑](#footnote-ref-3)
4. Joanna Bergström, Jarrod Knibbe, Henning Pohl, and Kasper Hornbæk. 2022. Sense of Agency and User Experience: Is There a Link? ACM Trans. Comput.-Hum. Interact. 29, 4, Article 28 (August 2022), 22 pages. https://doi.org/10.1145/3490493 [↑](#footnote-ref-4)
5. Valdemar Danry, Pat Pataranutaporn, Florian Mueller, Pattie Maes, and Sang-won Leigh. 2022. On Eliciting a Sense of Self when Integrating with Computers. In Augmented Humans 2022 (AHs 2022). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 68–81. https://doi.org/10.1145/3519391.3519414 [↑](#footnote-ref-5)
6. [https://tu-berlin.sona-systems.com](https://tu-berlin.sona-systems.com/Default.aspx?ReturnUrl=%2f) [↑](#footnote-ref-6)
7. [https://openneuro.org](https://openneuro.org/) [↑](#footnote-ref-7)
8. [https://depositonce.tu-berlin.de](https://depositonce.tu-berlin.de/) [↑](#footnote-ref-8)