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

Berlin, 20. Juni 2018

**Antrag auf Stellungnahme**

Forschungsvorhaben: Bildgebung menschlicher Hirnaktivität während einer Selektionsaufgabe in virtueller Realität

1. Antragsteller 2

2. Angaben zu den Rahmenbedingungen des Vorhabens 2

3. Angaben zum Gegenstand und zum Verfahren des Vorhabens 6

4. Angaben über die Informierung der Untersuchten vor der Untersuchung: 10

5. Angaben zum Datenschutz: 11

6. Angaben zur Erklärung der Bereitschaft, an der Untersuchung teilzunehmen: 12

Anlagen[[1]](#footnote-1)

* Informationsblatt
* Einverständniserklärung
* Fragebögen
* Empfangsbestätigung
* Versuchspersonenkodierung

# Antragsteller

Name: Klaus Gramann

Dienststellung: Fachgebietsleiter Biopsychologie und Neuroergonomie

Geburtsdatum: 27.05.1970

Nationalität: Deutsch

Institution: Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft

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

Name: Lukas Gehrke

Dienststellung: wissenschaftlicher Mitarbeiter des Fachgebietes bis 30.11.2018

Geburtsdatum: 07.11.1986

Nationalität: Deutsch

Institution: Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft

Arbeitsstelle: Technische Universität Berlin

Fasanenstr. 1, Sekr. KWT-1

D-10623 Berlin

Telefon: (030) 314 79512

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

Privatadresse: Böhmische Str. 10, 12055 Berlin

Telefon privat (0170) 2382325

# Angaben zu den Rahmenbedingungen des Vorhabens

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

Das Forschungsvorhaben wird im Rahmen einer Masterarbeit im Studiengang „Human Factors“ an der TU Berlin durchgeführt und ist an keine Projektfinanzierung gebunden. Da im Projekt Untersuchungen am Menschen geplant sind, ist eine Ethik-Stellungnahme erforderlich.

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

Die Teilnehmer werden durch Anzeigen und Aushänge in den Berliner Hochschulen sowie eine Anzeige im Probandenportal Prometei rekrutiert. Darüber hinaus wird das Experiment auf den Internetseiten des Fachgebietes beworben. Durch die Internetwerbung sowie die Nutzung des Probandenportal wird potentiellen 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:

„In unserem Projekt geht es darum, die Immersion in virtuellen Welten besser zu verstehen. Unter Immersion versteht man, wie stark Personen in eine virtuelle Welt eintauchen und sich dort verortet fühlen. Mit dieser Studie untersuchen wir den Einfluss von verschiedenen sensorischen Informationen auf die subjektiv wahrgenommene Immersion des Menschen in virtuellen Welten. Hierfür wird mit einem Elektroenzephalogramm (EEG) die elektrische Aktivität des Gehirns gemessen. Dies dient der Erforschung der Funktionsweise des menschlichen Gehirns. 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 in Frage.

In verschiedenen Bedingungen werden unterschiedliche Sinnesinformationen bei der Interaktion mit virtuellen Objekten gegeben. In einer Bedingung erhalten sie lediglich visuelle Informationen über die Position ihres Fingers relativ zum virtuellen Objekt. In einer zweiten Bedingung erhalten Sie neben der visuellen Information zur Position Ihres Fingers eine zusätzliche Vibration am Finger, die die Berührung des virtuellen Objektes simulieren soll. Diese taktile Stimulation ist mit der Vibration eines Handys vergleichbar. In einer dritten Bedingung bekommen Sie neben der visuellen und/oder taktilen Information zusätzlich noch eine kurze elektrische Stimulation der Unterarmmuskeln, die zu einem kurzfristigen Anheben Ihrer Hand bei Berührung des virtuellen Objektes führt. Dies simuliert einen Widerstand der Hand, den Sie auch bei Berührung eines echten Objektes erfahren würden. Die Stimulation ist vollkommen harmlos und Sie werden beide Stimulationen, sowohl die taktile (Vibration) als auch die elektrische Muskelstimulation, vor dem Experiment kennenlernen. Sollte eine der Stimulationsmethoden für Sie unangenehm sein, 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.

Dieser Versuch findet in virtueller Realität mit einem tragbaren Headset statt. Hinsichtlich der Nutzung von virtueller Realität muss festgehalten werden, dass bei einigen Probanden Unwohlsein einsetzen kann. Sollten Sie einen sehr sensiblen Gleichgewichtssinn haben (Unwohlsein bei Achterbahnfahrten, als Beifahrer im Auto), so teilen Sie uns dies bitte im Vorfeld mit.

Bitte beachten Sie, dass die erhobenen physiologischen Daten keinen Rückschluss auf Ihren Gesundheitszustand erlauben und unsere Mitarbeiter 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 Fön stellen wir zur Verfügung. Weiterhin kann es sein, dass Ihr Unterarm für die Anbringung von Elektroden zur Stimulation rasiert werden muss.

Die Teilnahme dauert zwei bis max. drei Stunden und wird mit einem festen Grundsatz von 10€ pro Stunde oder durch eine Anrechnung von Versuchspersonenstunden vergütet.“

*Welche Messmethoden werden verwendet? Besteht eine Gefährdung der Probanden?*

***Bezüglich der Verwendung des Elektroenzephalogramms (EEG)***

In den beschriebenen Experimenten werden Verhaltensdaten sowie physiologische Masse erhoben. Vorrangig wird mit dem Elektroenzephalogramm (EEG) gearbeitet. Die Methode ist ungefährlich für die Probanden 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 Probanden 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. 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 relativ zähflüssige isotonische Paste, die der Verbesserung der Leitfähigkeit der gemessenen Ströme zwischen Kopfhaut und Elektrode dient. Es wird kommerziell hergestelltes hautfreundliches Elektrolyt verwendet und es liegen keine Kenntnisse über potentielle Unverträglichkeiten vor. Die Vorbereitung der Probanden ist zeitintensiv und die Dauer abhängig von der Anzahl der Elektroden. Nach den Experimenten können die Probanden sich die Haare waschen, um das Elektrolyt zu entfernen. Hierfür werden angemessene Waschräume auf den Herren- oder Damentoiletten oder einem behindertengerechten Waschraum zur Verfügung gestellt. Neben Shampoo werden ebenfalls Handtücher, Bürsten und ein Föhn zur Verfügung gestellt.

***Bezüglich der Verwendung peripherphysiologischer Maße (EMG, EKG, EDA)***

Neben dem EEG können weitere peripherphysiologische Maße erhoben werden. Diese umfassen das Elektromyogramm (EMG), das Elektrokardiogramm (EKG) sowie elektrodermale Aktivität (EDA).

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. Probanden 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 Probanden 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 Probanden und es existieren keinerlei Hinweise auf eine langfristige Schädigung durch die Methode.

Mit einem EKG wird die Herzaktivität gemessen, so dass z.B. die Herzschlagfrequenz analysiert werden kann. Die Erfassung erfolgt an der Hautoberfläche mithilfe von mehreren Elektroden an unterschiedlichen Stellen des Körpers. Um den Kontakt zwischen Elektroden und Haut zu optimieren werden gegebenenfalls die Haare an der jeweiligen Stelle rasiert. Danach wird zunächst 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 Probanden und es existieren keinerlei Hinweise auf eine langfristige Schädigung durch die Methode.

Die Leitfähigkeit der Haut (EDA) verändert sich bei Aktivität der Schweißdrüsen. Diese Aktivität steht mit psychischen Zuständen in Verbindung. Die Erfassung erfolgt an der Hautoberfläche einer Hand mithilfe von Elektroden. Um den Kontakt zur Haut zu optimieren, werden Versuchspersonen gebeten sich unter Umständen zunächst Ihre Hände mit warmem Wasser, aber ohne Seife, zu waschen. Gegebenenfalls wird die Haut weiter mit Alkohol gereinigt. Mit Elektrodengel wird den Kontakt zwischen Elektrode und Haut weiter verbessert. 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 Haut kommen, die in der Regel nach einiger Zeit wieder verschwinden. Die Methode ist ungefährlich für die Probanden und es existieren keinerlei Hinweise auf eine langfristige Schädigung durch die Methode.

Bei allen physiologischen Messmethoden besteht für die Probanden die Möglichkeit sich auf Wunsch in einer abschließbaren Toilette oder einem separaten Raum selbstständig vorzubereiten und bei Bedarf auch umzuziehen.

***Weitere zu erhebende Maße***

Zusätzlich werden Verhaltensmaße (Bewegungsverhalten, Reaktionszeiten) der Versuchspersonen aufgenommen. Eine Befragung zur subjektiven Wahrnehmung der Immersion wird mit jedem Probanden durchgeführt. Hierzu wird der Fragebogen „igroup presence questionnaire (IPQ), zu finden unter <http://www.igroup.org/pq/ipq/index.php>, verwendet. Darüber hinaus wird die subjektiv wahrgenommene Belastung durch die Aufgabe unter Verwendung des weit verbreiteten Fragebogens „NASA-TLX“ erhoben.

***Bezüglich der Verwendung von „head-mounted“ virtueller Realität***

Die Hauptversuche werden in einer virtuellen Realität mittels eins tragbaren Headsets (große Datenbrille) dargeboten. Hinsichtlich der Nutzung von virtueller Realität muss festgehalten werden, dass bei einigen Probanden Unwohlsein einsetzen kann. Diese Simulator-Krankheit (simulator sickness) kann sich unterschiedlich äußern. Die häufigsten Symptome sind generelles Unwohlsein, Kopfschmerzen oder Schwindel. Der Grund für das Auftreten dieser Simulator-Krankheit ist in der Regel ein Kontrast der simulierten Bewegung bei physischer Stationarität. In dieser Versuchsreihe werden alle Experimente ausschließlich mit kongruenter physischer und simulierter Bewegung durchgeführt. Dies minimiert das Risiko, Unwohlsein zu entwickeln, signifikant. Trotzdem werden die Symptome und die Ansätze zur Linderung hier aufgeführt. Sie treten in der Regel nach einiger Zeit im Simulator auf, können aber in einigen Fällen auch noch nach der Nutzung des Simulators bestehen. Die Symptome erstrecken sich in der Regel über mehrere Minuten, können aber auch bis zu einigen Stunden anhalten. Ob und wann Simulator-Krankheit auftritt ist individuell sehr unterschiedlich und abhängig von der Konstitution des Probanden.

Probanden werden vor dem Experiment über das mögliche Auftreten von Simulator-Krankheit aufgeklärt und beantworten in einem Fragebogen, ob sie bereits früher Simulator-Krankheit erlebt haben. Eine früher erlebten Simulator-Krankheit ist kein Ausschlusskriterium und wird aufgrund des Bezugs zum Forschungsvorhaben (ggf. negativer Effekt auf die Immersion) als Kovariate mit erhoben. Die Probanden werden im Vorfeld instruiert beim Auftreten eines oder mehrerer Symptome der Simulator-Krankheit dies sofort dem Versuchsleiter zu berichten. Das Experiment wird in diesem Fall auf Wunsch der Probanden unterbrochen und die Probanden werden gebeten sich außerhalb der Simulation zu bewegen. Zusätzlich werden die Fenster geöffnet um frische Luft in den Raum zu lassen. Sollten die Probanden auf eigenen Wunsch das Experiment wieder aufnehmen wollen, kann mit der Datenaufnahme fortgefahren werden. Bei Fortbestehen der Symptomatik wird das Experiment abgebrochen. Die vereinbarte Aufwandsentschädigung erfolgt in diesem Falle anteilig, entsprechend der bereits verbrauchten Zeit.

***Bezüglich der Bewegungserfassung mittels Motion Capture***

Mithilfe eines Tracking-Systems können Position und Orientierung von Händen und/oder Armen der Probanden erfasst werden. Dazu werden Kleidungsstücke und/oder Klettbänder zur Verfügung gestellt, die an den entsprechenden Stellen mit LEDs versehen werden. In der Regel werden die LEDs mit Klettband an Händen der Probanden angebracht. Die Positionen der LEDs werden von im Raum angebrachten Infrarotkameras berechnet und von dort an den Aufzeichnungsrechner übertragen. Diese Kameras zeichnen nur die LED-Positionen auf; es wird kein Videobild erfasst.

Im Falle von Motion Tracking mithilfe des Leap Motion Systems wird ein Sensor am Headset des VR-Systems angebracht, dass die Position der Hand misst und mit Hilfe eines biomechanischen Handmodells als Avatar-Hand präsentiert. Im Falle von Motion Tracking mithilfe des HTC Vive Puck Tracker wird der Tracker an einem Kleidungsstück und/oder mit Hilfe von Klettbändern an bestimmten Körperteilen angebracht. Der Tracker misst die Position und Orientierung der Hand und repräsentiert diese anhand eines biomechanischen Handmodells als virtuelle Avatar-Hand.

***Bezüglich der Verwendung von Funktionelle Elektrostimulation***

Um die Effekte der Funktionelle Elektrostimulation auf die Immersion zu testen, wird eine medizinisch kompatible Funktionelle Elektrostimulation (FES) verwendet. Es handelt sich hierbei um das System Rehastim 1 von HASOMED. Das Gerät erzeugt in einem Regelkreis elektrische Impulse, die mit einer Stimulationseinheit (Rehastim) über zwei flexible Elektroden an die Muskulatur der Teilnehmer gegeben werden.

Die Unterarmmuskeln der Probanden werden mit einem Stimulationskanal (ein Kanal besteht aus zwei Elektroden) stimuliert. Die Intensität der Stimuli wird pro Proband kalibriert und variiert individuell 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 Stromstärken zwischen 1 mA bis 30 mA eingestellt werden. HASOMEDs 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 Stromquellen getrennt, die mit internen Batterien betrieben werden. Die HASOMED-Stimulatoren haben aus Sicherheitsgründen eine Stromgrenze von 100 mA.

Die HASOMED GmbH ist ein zertifizierter Hersteller von Medizinprodukten, der 2013 auditiert wurde: DIN EN ISO 9001 / DIN EN ISO 13485 [[2]](#footnote-2). Die in dieser Studie verwendete Apparatur (Rehastim 1) wurde bereits für eine Vielzahl von Forschungsprojekten verwendet [[3]](#footnote-3).

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

Die Teilnahmevergütung richtet sich nach dem zeitlichen Aufwand der Untersuchung und den erhobenen Maßen. Im Falle einer reinen Verhaltenserhebung (z.B. in Pilot-Experimenten) beträgt die Teilnahmevergütung 8 Euro pro Stunde. Im Falle der Erhebung von EEG-Daten beträgt die Teilnahme­vergütung aufgrund des höheren Aufwandes für die Probanden (Präparation, Haarwäsche etc.) 10 Euro pro Stunde. Alternativ werden dem Zeitaufwand entsprechend Versuchspersonenstunden vergeben. Das 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 und die Probanden hierüber entsprechend informiert.

*Ist die Freiwilligkeit der Teilnahme gesichert?*

Bei den Untersuchungen wird niemand zur Teilnahme verpflichtet. Es werden keine überzogenen Anreize für eine Teilnahme gegeben. Auf die Freiwilligkeit der Teilnahme wird in der Einverständniserklärung ausdrücklich hingewiesen. Ebenso wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Probanden den Versuch ohne Angabe von Gründen jederzeit abbrechen können. Die bis dahin erbrachte Leistung wird entsprechend der Zeit vergütet. Für Personen, die nicht teilnehmen möchten oder die Untersuchung abbrechen, entstehen keine Nachteile.

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

Es wird kein Arzneimitteltest durchgeführt.

*Angabe des Zeitraums der Studie bzw. der Studien und des Gesamtvorhabens (z.B. Projektdauer).*

Es soll ein bis drei Experimente durchgeführt werden, um die Wirkung unterschiedlicher sensorischer Informationen auf die Immersion zu untersuchen. Die Ergebnisse eines Experimentes sollen im Rahmen einer Masterarbeit zusammengefasst werden.

# Angaben zum Gegenstand und zum Verfahren des Vorhabens

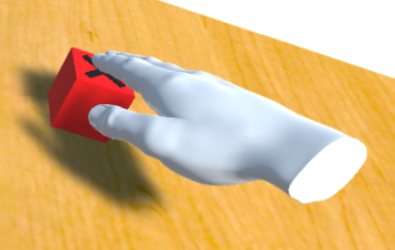
*Angaben zu Zielen und Verfahren des Vorhabens.*

***Ziel:*** Das Ziel des Antrags ist die Beschreibung menschlicher Hirnaktivität während einer virtuellen Selektionsaufgabe. Um unser Verständnis des menschlichen Gehirns zu erweitern, sollen im vorliegenden Antrag zeitlich hochauflösende elektrokortikale Aktivitätsmuster in Verbindung mit spezifischen kognitiven Prozessen, die einer sensorischen Fehlerverarbeitung zu Grunde liegen, untersucht werden.

***Verfahren:*** Die Hirn-elektrische Aktivität der Probanden wird während der Interaktion mit virtuellen Objekten untersucht. Dies wird ermöglicht über die synchronisierte Messung von Elektroenzephalographie (EEG), Bewegungsmessung (Motion Capture) sowie Experimentalmarkern, die in der Simulation erzeugt werden. Die Daten werden anhand datengetriebener Auswertungsansätze analysiert und die gegenseitige Beeinflussung von elektrokortikaler Aktivität, aktiver Bewegung und kognitiven Prozessen visualisiert. Es werden Analysemethoden verwendet, die eine Separierung von Hirnaktivität und weiteren elektrophysiologischen Prozessen aber auch Artefakten ermöglichen.

***Aufgabenstellung:*** Probanden sitzen sowohl in der realen als auch in der virtuellen Welt vor einem Tisch und haben Ihre rechte Hand in entspannter Position auf einem weißen Oval auf dem virtuellen (und dem realen) Tisch liegen (siehe Abbildung 1). Die Probanden starten einen Trial, indem sie das Kreuz in der kleineren weißen Scheibe berühren.

*Abbildung 1: Ruheposition*

A picture containing indoor, table, food, floor

Description generated with high confidenceIn der virtuellen Welt erscheint danach ein Objekt auf dem Tisch und die Probanden sollen dieses mit Ihrem Zeigefinder berühren (siehe Abbildung 2 links).

*Abbildung 2: Verlassen der Ruheposition und Berühren des Objektes*

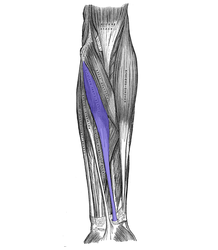
A picture containing person, indoor, wall, man

Description generated with high confidenceBei Berührung des Objekts ändert sich dessen Farbe (siehe Abbildung 2 rechts). In einer zweiten Bedingung wird zusätzlich ein kleiner Vibrationsmotor unterhalb der Fingerspitze des Zeigefingers vibrieren, wenn die Probanden das Objekt berühren (siehe Abbildung 3).

*Abbildung 3: Vibrationsmotor unterhalb der Fingerspitze*

Die taktile Rückmeldung wird anhand eines Vibrationsmotors mit einer max. Vibrationsamplitude von 1.7g und einer Resonanzfrequenz von 175Hz erzeugt (siehe weitere Produktdetails auf der Webseite des Anbieters[[4]](#footnote-4)). Anschließend sollen die Probanden Ihre rechte Hand wieder in entspannter Position auf dem Tisch ablegen. Diese Aufgabe wird mehrfach wiederholt.

In einer weiteren Bedingung wird eine medizinisch kompatible Funktionelle Elektrostimulation (FES, Rehastim 1 von HASOMED) vorgenommen. Die elektrischen Impulse werden von der Stimulationseinheit (Rehastim) erzeugt und über zwei Elektroden an die Muskulatur des Teilnehmers gegeben. Die Elektroden werden an den Handgelenksbeuger (M. flexor carpi radialis) des Unterarms angebracht. Die Intensität der Stimuli wird pro Teilnehmer kalibriert, typischerweise etwa 9 mA für den Handgelenksbeuger. Die Elektrostimulation führt zu einer Kontraktion des Handgelenksbeugers, der zu einem kurzfristigen Anhaben der Hand führt. Dies simuliert den Widerstand bei Berührung eines Objektes und soll so eine realistischere Interaktion mit dem virtuellen Objekt simulieren.



*Abbildung 4: Muskel flexor carpi radialis*

Die sensorischen Informationen (visuell, taktil, EMS) sollen allein oder in verschiedenen Kombinationen verwendet werden.

Die folgende Tabelle fasst den Ablauf eines experimentellen Trials zusammen:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Dauer (in sEk) | Ereignis | Beschreibung |
| Selbstbestimmt | Ruheposition | Hand auf der weißen Scheibe, neben kleinerer weißer Scheibe mit Fixationspunkt. |
| 1 | Berührung des Kreuzes in kleiner weißen Scheibe initiiert die Aufgabe. | Eine Sekunde Wartezeit für EEG-Baseline |
| 0 < x < 1 | Ein weißer Block erscheint auf dem Tisch. | Randomisierte Wartezeit ab Initiierung bis Erscheinung des Blocks (zwischen 0 und 1 Sekunde) |
| 0 < x < 5 | Variable Interaktionszeit | Wenn keine Interaktion innerhalb von 5 Sekunden stattfindet, wird neuer Trial initiiert. |
| 1 | Block verschwindet, Ruhe­position erscheint | Nach Berührung des Blocks |
| Selbstbestimmt | Ruheposition | Wiederholung der Schritte |

*Tabelle 1: Ablauf eines Durchgangs*

***Experimentelles Design:*** In verschiedenen Experimenten sollen unterschiedliche Kombinationen von sensorischem Feedback gegeben werden. Neben einer isolierten Darbietung von einzelnen sensorischen Feedbackmodalitäten (visuell, taktil, EMS) sollen verschiedene Kombinationen von sensorischem Feedback dargeboten werden. In einem ersten Experiment sollen zwei Kombinationen dargeboten werden: in einem Block wird sich bei Berührung des Objekts dessen Farbe ändern. In einem zweiten Block wird sich die Farbe ändern sowie zeitgleich eine Vibration am rechten Zeigefinger auftreten, die die Berührung simuliert. In einem weiteren Experiment soll die Kombination von visuellem und EMS Feedback mit der Kombination visuelle-taktile verglichen werden. Aufgrund des Pilotcharakters kann noch nicht mit Sicherheit gesagt werden, welche Kombinationen in Experiment 2 oder 3 stattfinden. Die Möglichkeiten bewegen sich jedoch zwischen reinen sensorischen Feedback-Bedingungen (nur visuell, nur taktil, nur EMS), einer Kombination von jeweils zwei Feedback-Kanälen (visuell-taktil, visuell-EMS, taktil-EMS) und der maximalen Kombination aller drei Feedback-Kanäle (visuell-taktil-EMS). Hierbei werden nur so viele Bedingungen variiert, dass die reine experimentelle Dauer 90 Minuten nicht überschreitet.

Die Reihenfolge der experimentellen Blöcke wird zwischen den Probanden balanciert. Innerhalb eines Blocks wird in 25% der Durchgänge der jeweilige Reiz zu früh ausgelöst, nämlich wenn das Objekt noch nicht berührt wurde und der Zeigefinger noch ca. 5 cm entfernt ist. Korrekte (75%) und inkorrekte (also zu frühe Reize mit 25%) werden pseudorandomisiert. Somit wird ein ausbalanciertes 2x2 Design mit Messwiederholung realisiert.

*Charakterisierung der Probanden-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 Probanden beschränkt. Dies geschieht, um die Händigkeit als Varianzquelle zu eliminieren und damit die Probandenanzahl in einem handhabbaren Rahmen zu halten.

*Werden die Untersuchten körperlich beansprucht (z.B. durch Entnahme von Blut, Speichel, durch Medikamenten- oder Placebo-Gaben, durch invasive oder nichtinvasive Messungen)?*

Die Versuchspersonen werden durch nicht-invasive physiologische Messungen (EEG, EKG, EMG, EDA) in möglicher Kombination mit Motion Capture und Virtueller Realität (VR-) Brillen beansprucht. Die Aufgabe ist körperlich kaum belastend. Die Messungen erfolgen nicht-invasiv. In einer Bedingung der Aufgabe wird ein visueller Reiz durch einen kurzen und schwachen Vibrationsreiz komplimentiert. Dieser wird unterhalb des rechten Zeigefingers angebracht und vibriert wiederholt für 50 Millisekunden. Die Vibration ist vergleichbar mit dem Vibrationsalarm eines Handys. In einer weiteren Bedingung wird der visuelle Reiz mit einer kurzen funktionellen Elektrostimulation gekoppelt. Das verwendete System ist medizinisch abgenommen und die Stimulation nicht schmerzhaft. Sollten Probanden sich unwohl mit einer der zusätzlichen Stimulationen fühlen, können sie das Experiment jederzeit und ohne Angabe von Gründen abbrechen. Sie werden hierauf im Informationsblatt gesondert aufmerksam gemacht.

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

In den Untersuchungen müssen die Probanden im Sitzen wiederholt Objekte mit dem rechten Zeigefinger berühren. 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 Gesamtdauer eines Untersuchungstermins beträgt zwischen ca. 120 Minuten und 180 Minuten. Davon entfallen ca. 60 bis 90 Minuten auf die Bearbeitung der Versuchsaufgaben. Die Aufgaben bestehen in einzelnen, voneinander trennbaren Trials, die bis zu 750-mal wiederholt werden (im Falle von Trainingstrials oder einer notwendigen Erhöhung der Trialzahl für besseres Signal-Rausch-Verhältnis von EEG-Parametern). Die Probanden können selber bestimmen, wann sie eine Pause machen wollen. Zusätzlich gibt es nach der Hälfte des Experiments eine Pause von mindestens 5 Minuten.

*Geben die Untersuchten persönlicher Erfahrungen oder Einstellungen preis?*

Fragen zur Gesundheit sind standardmäßig im Ausgangslage-Fragebogen enthalten, um potentielle Abweichungen einzelner Probanden von der gesunden Normalpopulation kontrollieren zu können. Da wir zentrale physiologische Masse erheben, ist das Wissen um den momentan Gesundheitszustand und auch die Geschichte potentieller 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 den beiden oben genannten Fragebögen „Igroup IPQ“ und „NASA-TLX“ werden keine weiteren Fragebögen angewendet.

*Werden die Untersuchten absichtlich unvollständig oder falsch über Untersuchungsziele oder Verfahren instruiert (z.B. durch manipulierte Rückmeldungen über Probanden-Leistungen)?*

Die Probanden werden zu Beginn der Untersuchung über das allgemeine Untersuchungsziel informiert (siehe Anhang: Informationsblatt). Wie es bei entsprechenden Fragestellungen geboten ist, erhalten die Probanden keine konkreten Informationen über die jeweiligen Untersuchungshypothesen. Dies ist notwendig, um ungewollte oder absichtliche Verfälschungen der Ergebnisse durch die Probanden auszuschließen. Die Probanden werden am Ende der Untersuchung bei Interesse über die genauen Ziele und Annahmen der Untersuchung aufgeklärt.

***Instruktion der Experimentellen Manipulation:***

Den Probanden wird mitgeteilt, dass sie an einer Untersuchung über die Wahrnehmung verschiedener sensorischer Reize in virtueller Realität teilnehmen. Darüber hinaus erfahren Sie, dass es mögliche Ungenauigkeiten im System gibt die von Zeit zu Zeit auftreten können und ignoriert werden können.

# Angaben über die Informierung der Untersuchten vor der Untersuchung:

*Ein Informationstext für die Probanden soll der EK in jedem Fall vorgelegt werden; falls auch gesetzliche Vertreter (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, Dauer, 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 Probanden bestimmt. Zu Beginn der Untersuchung wird der Text erneut vorgelegt. Jeder Proband erklärt durch Unterschrift sein Einverständnis (siehe Anhang: Einverständniserklärung).

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

*a) über die Dauer der Untersuchung,*

Ja.

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

Ja.

*c) über Vergütungen und andere Zusagen an die Probanden*

Ja.

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

Ja.

# Angaben zum Datenschutz:

*Welche personenbezogenen Daten werden erhoben?*

Die Probanden 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). Während des Experiments werden Daten zur empfundenen Immersion (Igroup IPQ) sowie Belastung durch die Aufgabe erhoben (NASA-TLX)

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

Neben den Reaktionszeiten werden Bewegungsdaten aufgezeichnet. Diese sind nur in Form von motion capture Daten (x,y,z-Koordinaten von Sensoren bzw. Rigid Bodies) vorhanden und werden anonymisiert gespeichert.

*Wie wird die Anonymisierung erhobener Daten gesichert?*

In keinem Fragebogen oder digitalem Datenfile werden Namen oder sonstige Informationen angegeben, die eine Identifizierung des individuellen Probanden zulassen würden. Probanden generieren vor der Teilnahme an dem Experiment selbst ihre individuelle Probandennummer, die sie jederzeit wieder rekonstruieren können. Alle erhobenen Daten der Probanden werden unter diesem selbstgenerierten Code gespeichert. Probanden können eine nachträgliche Löschung ihrer Daten anhand dieses Codes beantragen.

*Wann werden die gespeicherten Daten gelöscht?*

Eine Löschung der Daten ist zu keinem spezifischen Zeitpunkt geplant.

*Können Probanden jederzeit die Löschung ihrer Daten verlangen?*

Die Probanden werden informiert, dass sie bis vier Wochen nach ihrem Untersuchungstermin die Löschung ihrer Daten in Teilen oder gesamt beantragen können. Die Löschung der Rohdaten ist auch noch zu einem späteren Zeitpunkt möglich. Allerdings ist dann nicht mehr auszuschließen, dass weiterverarbeiteten Daten Eingang in Publikationen gefunden haben.

*Werden Daten weitergegeben?*

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, so dass zu keinem Zeitpunkt ein Zusammenhang zwischen experimentellen Daten und personenbezogenen Daten hergestellt werden kann.

# Angaben zur Erklärung der Bereitschaft, an der Untersuchung teilzunehmen:

*Eine Erklärung, mit der die Untersuchten (oder deren gesetzliche Vertreter) 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 Bereitschafts-Erklärung eindeutig Bezug auf die Teilnehmer-Information?*

Die Bereitschafts-Erklärung beinhaltet die wesentlichen Teilnehmer-Informationen.

*Führt sie vorgesehene Maßnahmen zum Datenschutz auf?*

Ja.

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

Ja.

*Erwähnt sie das (unter 3. erläuterte) Recht, die Bereitschaftserklärung zu widerrufen?*

Ja.

## Anlagen

1. Informationsblatt
2. Fragebogen „4\_Angaben\_zur\_Person\_und\_Ausgangslage“
3. Einverständniserklärung (für den Versuchsleiter)
4. Einverständniserklärung (für die Teilnehmer zum Mitnehmen inkl. VP-Code)
5. Empfangsbestätigung Versuchspersonengeld
6. Versuchspersonencode

**Prof. Dr. Klaus Gramann**

Sekretariat KWT-N 1

Fasanenstr. 1

10623 Berlin

**Informationsblatt** 17.05.2018

Change the date of this document.

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

Change STUDYNAME to the name of your experiment.

**Über die Studie**

Die Studie „Virtuelle Interaktion mit Objekten“ 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 Wahrnehmung verschiedener sensorischer Reize in virtueller Realität. Sie werden eine Bewegungsaufgabe in zwei verschiedenen Bedingungen durchführen. Dafür befestigen wir zunächst einen kleinen Vibrationsmotor unter Ihrem rechten Zeigefinger (eine Abbildung findet sich weiter unten). Dieser kleine Motor wird später im Experiment vibrieren, ähnlich wie ein Handy mit Vibrationsalarm. Die Vibration ist nicht stärker als bei einem herkömmlichen Handy und Sie können die Vibration zu Beginn des Experiments in einem Übungsdurchgang kennenlernen.

In einer weiteren Bedingung wird Ihre Hand durch eine kurze elektrische Stimulation Ihres Unterarms angehoben. Die kurze Stimulation führt zu einer Kontraktion der Muskeln in Ihrem Unterarm und führt damit zu einem kurzen Anheben der Hand. Die Stimulation ist nicht schmerzhaft und absolut ungefährlich. Sollte Ihnen eine der beiden Stimulationen (Vibration oder Elektrostimulation) unangenehm sein, so teilen Sie dies bitte dem Versuchsleiter 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.

In diesem Experiment werden Sie gebeten ein Objekt wiederholt möglichst genau zu berühren. Der Ablauf eines einzelnen Durchgangs sieht wie folgt aus:

1. Fixieren Sie Ihren Blick auf die schwarze Markierung in der weißen Scheibe vor Ihnen auf dem Tisch (s. unten). Legen Sie Ihre Hand entspannt auf das weiße Oval rechts neben der Markierung.

2. Berühren Sie mit Ihrer rechten Hand das Kreuz in der kleinen weiße Scheibe, um einen Durchgang zu beginnen.

3. Es erscheint ein weißer Block vor Ihnen auf dem Tisch.

4. Berühren Sie den weißen Block genau oben auf der entsprechenden Markierung. Bei korrekter Berührung wechselt der Block seine Farbe.

5. Nach dem Farbwechsel legen Sie Ihre Hand wieder langsam und ruhig auf das weiße Oval neben der schwarzen Markierung und beginnen sie den nächsten Durchgang (Schritt 1).

6. In mehreren experimentellen Blöcken wiederholen sich diese Schritte mehrfach. Sie können Pausen zwischen den experimentellen Blöcken einlegen.

7. Zum Ende des Experimentes erscheint eine Nachricht.

Change following one or two paragraphs concerning the goal of the study if necessary.

Beachten Sie, dass es mögliche Ungenauigkeiten im System gibt, die von Zeit zu Zeit auftreten können. Diese können durch Ungenauigkeiten beim Tracking der Handbewegung oder durch andere technische Probleme entstehen. Bitte ignorieren Sie diese einfach.

Zu Beginn werden Sie alle Möglichkeiten mit der virtuellen Welt zu interagieren in einem Übungsteil ausprobieren. Hierbei können Sie sich mit dem exakten Verlauf vertraut machen. Zwischen den experimentellen Blöcken können Sie eine Pause machen. Zusätzlich wird es eine lange Pause zur Hälfte des Experiments geben.

Change the duration of the experiment if applicable.

Der Versuch wird insgesamt ca. 2-3 Stunden dauern, inklusive der Vor- und Nachbereitungszeit. Vor, während und nach dem Versuch steht Ihnen die Versuchsleiterin bzw. der Versuchsleiter jederzeit unterstützend zur Seite.

**Datenerhebung**

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

Remove those paragraphs below that describe data you are not collecting.

*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.*

Hierbei handelt es sich um Fragen und/oder Fragebögen bevor, während, oder nach der Studie, die spezifisch für diese Studie relevant sind. Dies umfasst einen Fragebogen zur Immersion, sowie einen Fragebogen zur mentalen Belastung.

*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.

*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.

Note: Following paragraph primarily describes gel-based electrodes. Change some parts if you use a different type of EEG electrodes.

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 Wachen der Haare zur Verfügung gestellt.

*Elektrookulogramm (EOG; Augenbewegungen).*

Note: EOG is described here to support EEG. Change the following paragraph if you use EOG for a different purpose.

Augenbewegungen sowie auch Lidschläge verursachen relativ große und unerwünschte Veränderungen des EEG-Signals. Zur Korrektur dieser Fehlersignale wird zusätzlich das EOG aufgezeichnet. Hierzu werden ein oder mehrere Elektroden direkt in der Nähe der Augen auf der Gesichtshaut angebracht. Um den Kontakt zwischen Elektroden und Haut zu optimieren wird für jede Elektrode zunächst 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.

*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.

*Taktile Stimulation (Vibration)*

A picture containing person, indoor, wall, man

Description generated with high confidenceDie taktile Stimulation Ihres Fingers erfolgt anhand eines Vibrationsmotors unter der Fingerspitze (s. unten). Durch die bewusst wahrnehmbare und schmerzfreie Vibration dieses Motors wird die Berührung des virtuellen Objektes realistisch simuliert. Dieser Reiz ist ähnlich einem Vibrationsalarm Ihres Handys. Die verwendeten Stoffe sind klinisch getestet und lassen sich nach Abschluss des Versuchs leicht abwaschen. Durch die wiederholenden Bewegungen mit Vibration kann es zu leichten Ermüdung der Armmuskeln und des Fingers kommen, die in der Regel nach einiger Zeit wieder verschwinden.

*Funktionelle Elektrostimulation (FES)*

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 virtuellen 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.

*Bewegungsabläufe mittels Motion Capture (Bewegungserfassung).*

Mithilfe eines Tracking-Systems können Position und Orientierung bestimmter Körperteile erfasst werden. Dazu werden Ihnen Kleidungsstücke und/oder Klettbänder zur Verfügung gestellt, die an den entsprechenden Stellen mit LEDs versehen werden. Sie können sich in abschließbaren Räumen vorbereiten, sollten Sie zusätzliche Kleidungsstücke hierfür anziehen. In der Regel werden die LEDs jedoch mit Klettband an Ihre eigene Kleidung angebracht. Die Positionen der LEDs werden von Infrarotkameras aufgezeichnet. Diese Kameras zeichnen nur die LED-Positionen auf; es wird kein Videobild erfasst.

*Bewegungsabläufe mittels Leap Motion (Bewegungserfassung).*

Im Falle von Motion Tracking mithilfe des Leap Motion Systems wird ein Sensor am der Brille des VR-Systems angebracht, das die Position der Hand misst und als Ihnen in der VR als Avatar-Hand präsentiert.

*Bewegungsabläufe mittels HTC Vive Puck (Bewegungserfassung).*

Im Falle von Motion Tracking mithilfe des HTC Vive Puck Tracker wird der Tracker mit Klettbänder an bestimmten Körperteilen angebracht. Hiermit kann die Position und Orientierung des jeweiligen Körperteils gemessen und in der VR als Avatar-Hand präsentiert werden.

**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, so dass 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 Mitarbeiter 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 veröffentlicht werden.

**Ihre Rechte**

Ihre Teilnahme ist freiwillig. Sie haben als Proband 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.

**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, falls eine vereinbart wurde, für die bis dahin absolvierte Zeit.

Remove the following paragraph concerning mobility if it is not applicable.

Wegen der begrenzten Kabellänge oder Funkreichweite der Elektroden sind Sie während des Versuchs beweglich eingeschränkt. Wir empfehlen aus diesem Grund, vor dem Versuch einmal die Toilette zu benutzen.

**Aufwandsentschädigung**

Select one of the following paragraphs. Change amount if applicable.

Für Ihre Teilnahme erhalten Sie pro Stunde wahlweise 10 Euro, oder 1 vom *Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft der TU Berlin* anerkannte Versuchspersonenstunde. 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.

**Prof. Dr. Klaus Gramann**

Sekretariat KWT-N 1

Fasanenstr. 1

10623 Berlin

**Einverständniserklärung**

Change the date referring to the information sheet in the first point to match your information sheet’s date, and change STUDYNAME to your study’s name. Do this on **both pages**.

**Bitte kreuzen Sie das Zutreffende an.**

**Verständnis**

Ich habe das Informationsblatt vom 17.05.2018 zur Studie „Virtuelle Interaktion mit Objekten“ gelesen und verstanden.

Ich hatte die Möglichkeit, Fragen zu der Studie zu stellen, und sie wurden zu meiner Zufriedenheit beantwortet.

Ich habe verstanden, dass meine Teilnahme freiwillig ist und ich jederzeit die Möglichkeit habe, das Experiment abzubrechen ohne Gründe nennen zu müssen. Die vereinbarte Aufwandsentschädigung erfolgt dann anteilig, entsprechend der bereits investierten Zeit.

**Teilnahme**

Ich bin damit einverstanden, an der Studie teilzunehmen, und stimme zu, dass die im Informationsblatt genannten Daten aufgezeichnet werden. Ich bin damit einverstanden, dass die erhobenen Daten in anonymisierter Form gespeichert und für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden sowie auch an andere Wissenschaftler weitergegeben und veröffentlicht werden können.

*Ja*

*Ja*

*Nein*

*Nein*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Datum Unterschrift Versuchsperson

**Prof. Dr. Klaus Gramann**

Sekretariat KWT-N 1

Fasanenstr. 1

10623 Berlin

**Einverständniserklärung**

**Bitte kreuzen Sie das Zutreffende an.**

**Verständnis**

Ich habe das Informationsblatt vom 17.05.2018 zur Studie „Virtuelle Interaktion mit Objekten“ gelesen und verstanden.

Ich hatte die Möglichkeit, Fragen zu der Studie zu stellen, und sie wurden zu meiner Zufriedenheit beantwortet.

Ich habe verstanden, dass meine Teilnahme freiwillig ist und ich jederzeit die Möglichkeit habe, das Experiment abzubrechen ohne Gründe nennen zu müssen. Die vereinbarte Aufwandsentschädigung erfolgt dann anteilig, entsprechend der bereits investierten Zeit.

**Teilnahme**

Ich bin damit einverstanden, an der Studie teilzunehmen, und stimme zu, dass die im Informationsblatt genannten Daten aufgezeichnet werden. Ich bin damit einverstanden, dass die erhobenen Daten in anonymisierter Form gespeichert und für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden sowie auch an andere Wissenschaftler weitergegeben und veröffentlicht werden können.

*Ja*

*Ja*

*Nein*

*Nein*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Datum Unterschrift Versuchsperson

**Widerrufung**

Sie haben für mindestens 30 Tage aber maximal bis zur Einreichung Ihrer Daten im Rahmen einer wissenschaftlichen Publikation das Recht Ihr Einverständnis zu widerrufen. Die Kontaktadresse hierfür finden Sie rechts oben auf diesem Blatt. Geben Sie dabei das oben genannte Datum, den Studiennamen und Ihren Versuchspersonencode an. Ihr Versuchspersonencode lautet:

Participant’s code [ ]

**Empfangsbestätigung Versuchspersonengeld** Studie: Virtuelle Interaktion mit Objekten >>>Visual Maze<<<  
FG Biopsychologie und Neuroergonomie 17.05.2018>>> <<<  
Technische Universität Berlin

**Hinweis:** 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. Auf Ihre steuerlichen Aufzeichnungs- und Erklärungspflichten weisen wir Sie hin. Diese Vergütung wird im Rahmen einer Meldung an die Finanzbehörde gemeldet. Für eine eventuell erforderliche Versteuerung der Vergütung im Sinne des Einkommenssteuerrechts tragen Sie Verantwortung.

**Not:** We will inform the fiscal authorities about the reimbursement you received for your participation. Your competent revenue office will be informed of the payment according to “reporting regulation” in version of 23.12.2003. We advise you to fulfill all necessary tax requirements upon receipt of payment.

Name, Vorname: \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_

(in Blockbuchstaben)

Anschrift: \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_

\_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_

\_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_

Erhaltener Betrag: EUR \_ \_ \_ \_ \_ \_

Datum: \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ Signatur: \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_

INTERNAL USE ONLY – DO **NOT** INCLUDE PARTICIPANT’S CODE OR NUMBER – SEPARATE FROM DATA

**Ihr Versuchspersonencode**

**Bitte erstellen Sie mithilfe dieser Anleitung ihren persönlichen Versuchspersonencode.**

Um Ihre Daten richtig zuordnen zu können, ohne die Geheimhaltung zu verletzen, benutzen wir einen Versuchspersonencode. Dieser Code ist so aufgebaut, dass niemand von Ihrem Code auf Ihre Person rückschließen kann—auch wir nicht. Sie selbst können Ihren Code aber jederzeit rekonstruieren, wenn Sie danach gefragt werden und es vergessen haben sollten. Wir brauchen Ihnen nur die Regel zu verraten, nach der Sie ihn herstellen können.

Dies sind die Bestandteile Ihres Versuchspersonencodes:

1. Erster Buchstabe des Vornamens Ihrer Mutter.
2. Erster Buchstabe des Vornamens Ihres Vaters.
3. Erster Buchstabe Ihres Geburtsortes.
4. Letzte Ziffer Ihres Geburtstages.
5. Letzte Ziffer Ihres Geburtsjahres.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Fiktives Beispiel:* | *Name der Mutter:* | **H**annelore Müller |
|  | *Name des Vaters:* | **W**olf-Rüdiger Müller |
|  | *Geburtsort*: | **H**ildesheim |
|  | *Geburtsdatum:* | 1**0** Juni 198**7** |
|  | *Versuchspersonencode*: | **HWH07** |

Bitte tragen Sie in die Kästchen Ihren Versuchspersonencode ein.

Sollte einer der Teile unbekannt sein, so tragen Sie an der Stelle bitte ein X ein.

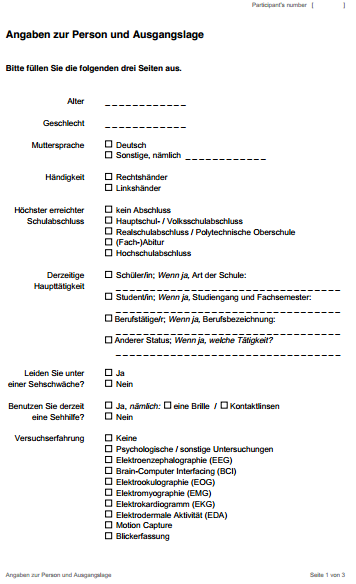
1. Erster Buchstabe des Vornamens Ihrer Mutter: \_\_\_

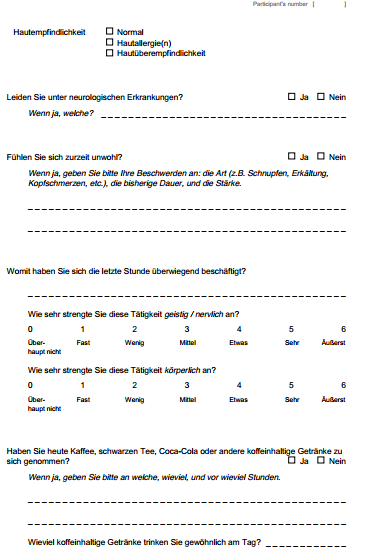
1. Erster Buchstabe des Vornamens Ihres Vaters: \_\_\_

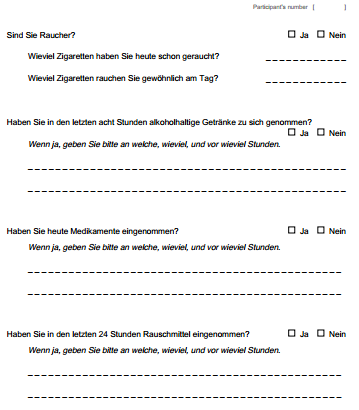
1. Erster Buchstabe Ihres Geburtsortes: \_\_\_

1. Letzte Ziffer Ihres Geburtstages: \_\_\_

1. Letzte Ziffer Ihres Geburtsjahres: \_\_\_







1. Im beantragten Forschungsvorhaben sind fünf experimentelle Studien geplant, die sich strukturell ähneln (s.u.). Die im Anhang beigelegten Dokumente sind exemplarisch für das erste Experiment und werden für die späteren Experimente entsprechend angepasst. [↑](#footnote-ref-1)
2. https://www.hasomed.de/de/unternehmen/ [↑](#footnote-ref-2)
3. https://www.rehamove.com/what-is-rehamove/research.html [↑](#footnote-ref-3)
4. https://www.precisionmicrodrives.com/product/c10-100-10mm-linear-resonant-actuator-4mm-type [↑](#footnote-ref-4)