



Stefan Feitl, Bakk.techn.

**FrageServer: Ein generisches Informations-System zur
Durchführung neurowissenschaftlicher Experimente**
Differenzierung von Wissen und Nicht-Wissen am Beispiel der
Orientierung in digitalen und analogen Landkarten

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur
Masterstudium Telematik

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer
Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Reinhold Scherer

Institut für Neurotechnologie

Graz, August 2018

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG
AFFIDAVIT

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly indicated all material which has been quoted either literally or by content from the sources used. The text document uploaded to TUGRAZonline is identical to the present master's thesis.

Datum / Date

Unterschrift / Signature

KURZFASSUNG

ABSTRACT

Die fortschreitende Entwicklung digitaler Technologien erlaubt es dem Menschen in stärker werdendem Ausmaß, Wissen an die Technologie auszulagern und somit kognitive Ressourcen freizuschäufeln. Diese freien Ressourcen werden aber oft sofort wieder durch die immerwährende Verfügbarkeit jeder Art von Information blockiert. Welche Auswirkungen hat das auf den Menschen in Hinblick auf sein Verhalten, seine Gewohnheiten und sein (Nicht-)Wissen? Diese Arbeit beschäftigt sich damit am Beispiel der räumlichen Orientierung und entwirft dafür ein Informations-System, mit dem quantitativ untersucht werden kann, ob das Ausmaß der Nutzung von Informations-Systemen Einfluss auf das dorthin ausgelagerte Wissen hat. Das Informations-System wird generisch und barrierefrei gestaltet und kann Daten von Aktivitäten aus verschiedenen Quellen (zum Beispiel Maus, Tastatur, EEG, Eye Tracker) kombinieren und synchronisieren. Somit kann es für beliebige Studien eingesetzt werden, die auf einem Frage-Antwort-Schema basieren und unterstützt die e-Inklusion von Personen mit funktionellen Einschränkungen.

Stichwörter: Informations-Systeme, räumliche Orientierung, Barrierefreiheit, e-Inklusion, generische Studienumgebung

The ongoing development of digital technologies encourages humans - to an increasing extent - to outsource knowledge to the technology and free cognitive resources. Freed resources are often immediately blocked again by the perpetual availability of all kinds of information. What are the consequences of this outsourcing for humans regarding behavior, habits and knowledge respectively ignorance? This work deals with the example of spatial orientation and designs an information system, with which it can be quantitatively investigated whether the extent of use of information systems has an influence on the knowledge outsourced to them. The information system is designed generically and accessible and is able to combine and synchronize data of activities from various sources (e.g. mouse, keyboard, EEG, eye tracker). Therefore it can be used for any studies which are based on a question-and-answer-scheme and supports the e-inclusion of humans with functional limitations.

Keywords: *information systems, spatial orientation, accessibility, e-inclusion, general purpose experiment environment*

Inhalt

1.	Symbole und Abkürzungen.....	3
2.	Einleitung.....	5
3.	Definition(en) von „Wissen“ und „Nicht-Wissen“.....	9
3.1.	Der Begriff „Wissen“.....	9
3.2.	Der Begriff „Nicht-Wissen“.....	10
3.3.	Die (Un-)Fähigkeit zu handeln.....	10
4.	Theoretische Sicht - Soziologie und Psychologie.....	13
4.1.	Verhalten.....	13
4.1.1.	Lernen.....	13
4.1.2.	Orientierung.....	16
4.2.	Stress und Angst.....	17
4.3.	Einfach immer dem Navi nach?.....	18
4.4.	Fazit.....	20
5.	Empirische Sicht - Fragebogen.....	22
5.1.	Fragebogenstruktur.....	22
5.1.1.	Landkarten.....	22
5.1.2.	Orientierung im Raum.....	24
5.1.3.	Angaben zur Person.....	25
5.2.	Ermittlung der Ergebnisse.....	25
5.3.	Ergebnisse.....	26
5.3.1.	Landkarten.....	26
5.3.2.	Orientierung im Raum.....	27
5.4.	Fazit.....	27
6.	Technische Sicht - FrageServer.....	30
6.1.	Anforderungen an den FrageServer.....	30
6.2.	Implementierung des FrageServers.....	31
6.2.1.	Systemarchitektur.....	31
6.2.2.	Client.....	33
6.2.3.	Server.....	34
6.2.4.	Plugins.....	35

6.2.5. Studien.....	36
6.3. Studiendesign.....	37
6.4. Datenquellen und Datenaufzeichnung.....	40
6.5. Fazit.....	41
7. Diskussion.....	44
8. Acknowledgements.....	47
9. Literatur.....	48

1. Symbole und Abkürzungen

AJAX	Asynchronous JavaScript and XML; Konzept der asynchronen Datenübertragung zwischen Browser (Client) und Server
API	Application Programming Interface; Programmteil, der von einem Software-System (hier dem FrageServer) anderen Programmen (hier Plugins) zur Verfügung gestellt wird, damit diese an das System angebunden werden können
BCI	Brain Computer Interface; spezielle Mensch-Maschine-Schnittstelle, die ohne Aktivierung des peripheren Nervensystems eine Verbindung zwischen Gehirn und Computer ermöglicht
CSS	Cascading Style Sheets; Stylesheet-Sprache, mit der die Formatierung für Auszeichnungssprachen wie HTML festgelegt wird
EEG	Elektroenzephalogramm; graphische Darstellung der elektrischen Aktivitäten des Gehirns
FoMO	Fear of Missing Out; Angst - in Zusammenhang mit digitalen Technologien - etwas zu verpassen oder eine Entscheidung zu treffen die dazu führt, etwas zu verpassen
GPS	Global Positioning System; globales Navigations-Satelliten-System zur Positionsbestimmung auf der Erdoberfläche
HTML	HyperText Markup Language; textbasierte Auszeichnungssprache zur semantischen Strukturierung von digitalen Dokumenten, die Formatierung erfolgt dagegen durch eine Stylesheet-Sprache wie CSS
HTTP	HyperText Transfer Protocol; Protokoll zur Übertragung von Daten in einem Rechnernetz, wird

	eingesetzt um Webseiten in einem Browser zu laden
IP	Internet Protocol; weit verbreitetes Netzwerk-Protokoll, das die Grundlage des Internets darstellt
IS	Informations-System; soziotechnisches System, das die Nachfrage nach Information erfüllt
JSON	JavaScript Object Notation; Daten in einem leicht lesbaren Textformat (nicht-deklarativ im Gegensatz zu zum Beispiel XML) um den Datenaustausch zwischen Anwendungen zu ermöglichen
LSL	Lab Streaming Layer; Protokoll für Streaming, Synchronisation und Aufzeichnung von Daten verschiedener (Labor-)Geräte bzw. Datenquellen
PHP	PHP: Hypertext Preprocessor; Skriptsprache, die zur Erstellung von dynamischen Webseiten und Webanwendungen eingesetzt wird
UI	User Interface; an die Bedürfnisse des Menschen angepasste Schnittstelle, mit der ein Mensch mit einer Maschine in Kontakt treten kann
WCAG	Web Content Accessibility Guidelines; Standard für die Barrierefreiheit von Webseiten, ermöglicht Menschen mit funktionellen Einschränkungen die Erfassung von Inhalten und die Eingabe von Daten

2. Einleitung

Die Art wie sich Menschen in einer (bekannten) Umgebung orientieren wurde in den letzten Jahren durch die immer breitere Verfügbarkeit von mobilen Informationssystemen (IS) tiefgreifend beeinflusst. Anstatt diese Aufgabe selbst zu übernehmen, können Menschen die dafür nötige räumliche Orientierung und ihr räumliches Gedächtnis so gut wie ganz an die Technik auslagern.

Einerseits erlaubt die Nutzung von neuen und innovativen Technologien unserer wissensbasierten Gesellschaft, kognitive Ressourcen freizuschaukeln, damit sich die Menschen auf für sie wichtige Aufgaben konzentrieren können. Die immerwährende Verfügbarkeit jeder gewünschten Information bindet andererseits kognitive Ressourcen, um die Menge der Information zu verarbeiten, zu verstehen und zu bewerten.

Information kann somit offensichtlich sowohl ein Fluch als auch ein Segen sein. Dementsprechend gibt es unterschiedliche Ansichten dazu (vgl. [15]), ob die immer breitere Verfügbarkeit und Verwendung von diversen IS (nicht nur zur räumlichen Orientierung, sondern zum Beispiel auch zum Erinnern an wiederkehrende Aufgaben und Termine, zur Erledigung von - einfachen - Bestellungen und Reservierungen, zur autonomen Steuerung von Fahrzeugen usw.) zu einer Gesellschaft des Wissens oder einer Gesellschaft der Ignoranz (im Sinne von Nicht-Wissen) und Reizüberflutung führt.

In einer Gesellschaft des Wissens wird geeignete neue Information zu neuem Wissen umgewandelt. In einer Gesellschaft der Ignoranz und Reizüberflutung wird eine Information konsumiert und ihr im schlimmsten Fall unreflektiert und blind vertraut.

Um die Zusammenhänge zwischen Wissen und Ignoranz im Sinne von Nicht-Wissen sowie eventuell resultierende Konsequenzen detailliert erforschen zu können, wird ein generisches, modulares und erweiterbares Informations-System für die

standardisierte Durchführung von Studien zu neurowissenschaftlichen Fragestellungen benötigt. Dieses IS - der FrageServer - wird im Rahmen dieser Arbeit entwickelt.

Basis für das IS ist ein kurzer Überblick über die verschiedenen Definitionen von „Wissen“ bzw. „Nicht-Wissen“. Davon ausgehend werden aus

- theoretischer Sicht - Soziologie und Psychologie,
- empirischer Sicht - Entwurf eines Fragebogens - und
- technischer Sicht - Implementierung des FrageServers als neurowissenschaftliches IS

die Eckpunkte eines universell einsetzbaren Tools für neurowissenschaftliche Experimente definiert, mit dem Studien - basierend auf einem Frage-Antwort-Schema - unter Einbeziehung von neuronalen Daten (über ein Brain Computer Interface (BCI) und/oder Elektroenzephalogramm (EEG)-Aufzeichnungen etc.) und/oder Verhaltensdaten (über einen Eye Tracker etc.) durchgeführt werden können.

Um dieses breite Themenfeld nicht zu theoretisch zu betrachten, sondern sich auch mit einem praktisch relevanten Bereich daraus zu beschäftigen, wird als einfaches, für jeden Menschen bekanntes und nachvollziehbares, Beispiel die Orientierung in digitalen und analogen Landkarten herangezogen. Konkret geht es um die Sammlung von Daten aus denen abgeleitet werden kann, inwiefern die Verwendung eines IS als Hilfsmittel für die räumliche Orientierung das Wissen bzw. Nicht-Wissen von Menschen über die Orientierung im Raum beeinflusst.

Die Betrachtung der theoretischen Sicht anhand von verschiedenen Standpunkten der Soziologie und Psychologie erlaubt die Identifikation von relevanten Aspekten für die Aufgabenstellung. Dabei zeigt sich, dass der Einfluss von digitalen Technologien wie Smartphones nicht unterschätzt werden darf und sich nicht nur im Verhalten (vgl. [2], [6]) und in den Leistungen (vgl. [3], [4], [5]), sondern sogar in den Ängsten (vgl. [7]) der Menschen zeigt.

Die Erkenntnisse aus der theoretischen Sicht gehen in die Gestaltung eines Papier-Fragebogens bei der empirischen Sicht ein: Dieser beschäftigt sich nicht ausschließlich mit dem Wissen bzw. Nicht-Wissen der teilnehmenden Personen in Bezug auf Landkarten. Vielmehr erhebt er auch ihre individuelle Erfahrung und ihren Umgang mit digitalen Technologien - speziell aus diesem Bereich - um aus den gewonnenen Daten einen möglichen Einfluss der von den Personen genutzten IS auf ihre Leistungen bei den einzelnen Fragen ableiten zu können.

Unter Berücksichtigung der soziologischen und psychologischen Aspekte wird in der technischen Sicht der FrageServer als generisches IS für neurowissenschaftliche Experimente entwickelt (vgl. [15]). Der FrageServer samt der darin implementierten Studie zur Orientierung in digitalen und analogen Landkarten macht den Hauptteil dieser Arbeit aus. Er ist dazu in der Lage, bei Studien aller Art, die auf einem Frage-Antwort-Schema basieren, quantitative und qualitative Unterschiede im Wissen bzw. Nicht-Wissen von Personen festzustellen und bei Bedarf mit Daten aus anderen Quellen zu kombinieren.

Die Studie im FrageServer untersucht ähnlich, aber - aufgrund der höheren möglichen Frageanzahl - detaillierter als der Papier-Fragebogen, ob ein Zusammenhang zwischen dem Umgang mit digitalen Technologien und dem Wissen bzw. Nicht-Wissen der teilnehmenden Personen besteht und bezieht zusätzlich die Erfassung von neuronalen Daten (EEG) und Verhaltensdaten (Augenbewegungen am Bildschirm mittels Eye Tracker) ein.

Die Aufgaben der Studie verwenden aufgrund der Möglichkeiten eines IS einerseits statische Landkarten (fixe Ausschnitte aus Karten als Äquivalent zu analogen Landkarten) auf Basis von OpenStreetMap¹, andererseits interaktive Landkarten (zoom- und scrollbare digitale Karten), die ebenfalls auf OpenStreetMap basieren.

Auf Basis des FrageServers als universelles Tool für neurowissenschaftliche Experimente lassen sich in Zukunft Fragen wie *"Gibt es einen (quantitativ)*

1 Siehe <https://www.openstreetmap.org/>

messbaren Unterschied zwischen Wissen und Nicht-Wissen von Menschen im Zusammenhang mit der räumlichen Orientierung in Abhängigkeit von ihren persönlichen Kenntnissen und der Art ihrer Nutzung von IS für die räumliche Orientierung?" im Rahmen von Studien standardisiert bearbeiten.²

² Diese konkrete Frage wird noch im Rahmen einer anderen Arbeit ausgewertet und die Ergebnisse in die weitere Entwicklung des FrageServers einbezogen.

3. Definition(en) von „Wissen“ und „Nicht-Wissen“

Ständig sollen wir etwas „wissen“: Zum Beispiel wo wir wohnen, welchen Bus wir zur Arbeit nehmen, welche Zutaten wir brauchen um ein bestimmtes Gericht zu kochen... Wenn wir etwas „nicht-wissen“, verursacht das meistens Probleme und/oder hat Konsequenzen: Zum Beispiel wenn wir den falschen Treibstoff in unser Auto tanken, wenn wir die neue Frisur unseres Partners nicht bemerken, wenn wir die falsche Antwort auf eine Frage bei einer Prüfung auf der Universität geben...

Doch was bedeuten die beiden Begriffe „Wissen“ und „Nicht-Wissen“ eigentlich³?!?

3.1. Der Begriff „Wissen“

Für Adorno (zitiert nach [11], S. 18) stehen Bildung und Wissen stets mit einem angemessenen Verhalten in Zusammenhang. Ein entscheidendes Motiv für Erkenntnis ist für ihn die Neugier. Daten, Fakten und Information alleine bedeuten noch keine Erkenntnis. Erst wenn Information miteinander verknüpft und in einen sinnvollen Zusammenhang gebracht wird, kann man von Wissen sprechen.

Etwas zu wissen bedeutet für Adorno also das Verständnis für eine Sache und nicht das bloße Nennen von untereinander nicht in Bezug stehenden Daten und Fakten.

Für Liessmann ([11], S. 28) stellt Wissen eine „Form der Durchdringung der Welt“ dar, mit der sich eine Sache erkennen, verstehen, begreifen lässt. Das bedeutet jedoch nicht, dass Wissen immer etwas Explizites sein muss, sondern schließt auch das implizite Verständnis ein, also die Kompetenz eine bestimmte Sache zu tun.

Das wird auch bei Vasek [1] deutlich, für den Wissen vor allem einen wichtigen Faktor darstellt - nämlich Handlungskompetenz zu besitzen: „Beim impliziten Wissen steckt das Wissen einfach im praktischen Können. Man handelt kompetent, ohne sagen zu können, warum.“

³ Genau genommen, was bedeuten sie heute - denn die Bedeutung von Begriffen kann sich im Lauf der Zeit ändern.

Ein Beispiel dafür sind die technologischen Entwicklungen des 20. und 21. Jahrhunderts: Es ist für uns nicht wesentlich, die Technik zum Beispiel eines Autos oder eines Smartphones erklären zu können, oder dazu in der Lage zu sein Software zu entwickeln. Ein Auto sicher auf der Straße zu bewegen, ein Smartphone zu bedienen oder eine bestimmte Software zu nutzen sind dagegen wesentliche, so gut wie unverzichtbare Kompetenzen.

3.2. Der Begriff „Nicht-Wissen“

Kehrt man die Definition des Begriffs „Wissen“ um, würde „Nicht-Wissen“ einfach die Abwesenheit von Verständnis, Erkenntnis und Handlungskompetenz bedeuten. „Nicht-Wissen“ ist aber nicht einfach die Kehrseite von „Wissen“ - es ist vielmehr ein Phänomen, das in vielen Erscheinungsformen existiert und nicht einer Definition genügt, die sich rein auf negative Konnotationen bezieht.

Die Ursache für die in unserem Sprachgebrauch oft negative Konnotation des Begriffs liegt eventuell in einer fehlerhaften Übersetzung aus dem Englischen: Dort wird von *ignorance* gesprochen, wenn Bezug auf „Nicht-Wissen“ genommen wird. Dieser Begriff stammt ursprünglich aus der Soziologie Georg Simmels, der *ignorance* aber als etwas grundlegend Positives und eine Voraussetzung für Sozialbeziehungen erachtet (vgl. [16], S. 19).

Die negative und positive Bedeutung des Begriffs begrenzen somit das Spektrum des „Nicht-Wissens“: Im positiven Sinn kann „Nicht-Wissen“ als Schutzmechanismus vor zu viel Information wirken (sowohl im sozialen Bereich, als auch in der modernen Informationsgesellschaft). Im negativen Sinn kann „Nicht-Wissen“ aber auch hochgradig gefährlich und irreführend sein (zum Beispiel wenn unvorhersehbare Nebeneffekte beim Einsatz einer neuen Technologie auftreten).

3.3. Die (Un-)Fähigkeit zu handeln

Unabhängig von der Konnotation stellt „Nicht-Wissen“ einen dauerhaften und nicht zu beseitigenden Begleiter aller Menschen dar. Jeder Mensch hat unterschiedliche Ausprägungen von „Wissen“ und „Nicht-Wissen“ - ihre oder seine Stärken und

Schwächen resultieren aus unterschiedlichen biologischen Veranlagungen, persönlichen Vorlieben, dem individuellen Bildungsweg etc. Über „Nicht-Wissen“ im Sinne von Wissensdefiziten zu verfügen bedeuten also keineswegs besser oder schlechter als andere zu sein, oder ungebildet.

Vielmehr gilt, wie auch Drucker ([12], S. 352) treffend formuliert: Eine wahrlich gebildete Person besitzt die Fähigkeit, „ihr Wissen in der Gegenwart anzuwenden und zur Gestaltung der Zukunft zu nutzen“.

Damit schließt sich der Kreis von „Wissen“ und „Nicht-Wissen“ und führt zurück zu Vaseks [1] Begriff der Handlungskompetenz: „(Nicht-)Wissen“ kann im Kontext dieser Arbeit vorwiegend gesehen werden als die (Un-)Fähigkeit der Orientierung in digitalen und/oder analogen Landkarten.



What? Upps? Have we reached Rome or not?!

„Barbarian Scout“

Quelle: Egero / toonpool.com⁴

⁴ https://de.toonpool.com/cartoons/barbarian%20scout_119043

4. Theoretische Sicht - Soziologie und Psychologie

Betrachtet man Forschungsergebnisse aus der Soziologie und Psychologie, so zeigen sich schnell Hinweise darauf, wie stark der Einfluss von digitalen Technologien im Allgemeinen und Smartphones im Speziellen auf das Verhalten und auch die (kognitiven) Leistungen von Personen ist.

4.1. Verhalten

Das Smartphone ist zweifelsohne einer der größten Fortschritte der letzten Zeit im Bereich der Kommunikations-Technik. Es zeigt sich aber, dass diese Technologie dazu in der Lage ist, eine starke Wirkung auf das Verhalten und die Gewohnheiten von Personen auszuüben.

Oulasvirta et al. [2] haben sich damit beschäftigt, wie die Nutzung von Smartphones sich auf die Gewohnheiten von Personen auswirkt. Sie kommen dabei zu dem Schluss, dass Smartphones Gewohnheiten nicht nur ändern, sondern maßgeblich prägen können. Die stärkste Auswirkung ist ihnen zufolge die Gewohnheit, kurz und wiederholt Inhalte am Smartphone zu lesen und gegebenenfalls darauf zu reagieren - eine Art Kontrollgewohnheit. Wie diese Gewohnheit sich auf Lernen und Orientierung auswirken kann, zeigen die nachfolgenden Abschnitte anhand ausgewählter Beispiele.

Die Prägung der Gewohnheiten ist so stark, dass es Versuche in die Richtung gibt, das Verhalten und den psychischen Zustand von Personen allein anhand ihres Umgangs mit dem Smartphone zu bestimmen bzw. vorherzusagen (vgl. [18]). Daraus resultiert somit auch die Möglichkeit, entsprechend darauf zu reagieren - ob das immer nur im bestmöglichen Sinn passiert bleibt abzuwarten.

4.1.1. Lernen

Von Spitzer [3] wird angeführt, dass Medienpädagoginnen und Medienpädagogen⁵ vielfach der Meinung sind, für Kinder gebe es nichts Besseres als digitale

5 Spezialistinnen und Spezialisten für Medien, Kinder und Erziehung

Informationstechnik. Sie sehen einen der größten Vorteile für die Kinder darin, dass Internetangebote oder Apps auf Knopfdruck - eher per Tipp mit dem Finger - zur Verfügung stehen und Lese- oder Schreibkompetenzen dafür nicht zwingend erforderlich sind.

Spitzer verweist auf verschiedene Studien - darunter auch eine aus Österreich⁶ - die zur Thematik der digitalen Informationstechnik bei Kindern sinngemäß sagen, dass es zwar noch keine Daten über den Schaden oder Nutzen von digitalen Medien bei Kindern gibt, aber da ja bereits viele Kinder von klein auf mit Smartphone und Tablets vertraut sind, sollte man unbedingt mediale Frühförderung betreiben.⁷

Nicht nur, dass das unlogisch ist, gibt es sogar eindeutige Beispiele (vgl. [3]), die zeigen, dass der übermäßige Einsatz von digitalen Technologien bestenfalls keine, schlimmstenfalls aber sogar negative Auswirkungen auf den Lernerfolg hat:

- Der Lernerfolg wird umso geringer, je mehr Lehrbücher das digital Mögliche verwirklichen - Videos und Hyperlinks verleiten zum Klicken und lenken vom Lesen ab.
- Der Lernerfolg ist beim Einsatz von Google zur Suche nach Lernmaterial im Vergleich zu Büchern, Zeitschriften und Zeitungen geringer (vgl. auch [4]).
- Der Einsatz von Computern im Unterricht an Schulen verbessert weder die Schulleistungen im Allgemeinen, noch das Lernen im Speziellen - stattdessen kommt es zu mehr gestörter Aufmerksamkeit und steigt das Risiko für Sucht und Mobbing.

Dazu passen auch die Ergebnisse von David et al. [5], die untersucht haben was passiert, wenn neben dem Lernen oder Erledigen von Aufgaben noch andere Dinge

6 Handbuch "Safer Internet im Kindergarten" für die Aus- und Weiterbildung von Kindergartenpädagoginnen und Kindergartenpädagogen

7 Demzufolge ist für Spitzer die Argumentation in den von ihm zitierten Studien ungefähr mit einer Aussage wie "Es ist nicht erwiesen, ob Alkohol schädlich ist, aber da ja schon viele Personen Alkohol trinken, sollte möglichst früh begonnen werden Alkohol zu trinken." vergleichbar...

gemacht werden. Dabei zeigt sich, dass

- die Aufmerksamkeit umso stärker gestört wird, je häufiger und intensiver nebenbei andere Dinge am Smartphone gemacht werden (zum Beispiel Benachrichtigungen lesen, Antworten auf Nachrichten schreiben, soziale Medien überprüfen),
- das Hören von Musik im Gegensatz dazu keine große Beeinträchtigung der Aufmerksamkeit verursacht (auch wenn dafür ein Smartphone genutzt wird).

Sie kommen zu dem Ergebnis [5], dass Personen die nebenher nur Musik hören ca 80% ihrer Zeit mit der eigentlichen Arbeit verbringen, dagegen Personen die Musik hören, Benachrichtigungen lesen, Antworten schreiben und soziale Medien überprüfen nur mehr 60% ihrer Zeit mit der eigentlichen Arbeit verbringen.

Auch wenn das Ergebnis vielleicht absehbar ist, zeigt es doch deutlich, wie stark der Einfluss von digitalen Technologien auf das (Lern-)Verhalten ist. David et al. [5] verorten diesen ausgeprägten Effekt darin, dass Personen mit schlechterer Selbstkontrolle leichter durch andere Reize abgelenkt werden und ein Smartphone den einfachen Zugang zu solchen Reizen ermöglicht. Da solche Ablenkungen über den Tag verteilt oft erfolgen ändert sich nicht nur das (Lern-)Verhalten, sondern wird auch der Lernerfolg durch den häufigen Wechsel zwischen verschiedenen Inhalten reduziert (wie zum Beispiel auch von Spitzer - vgl. [3] -für diverse andere Themen aufgezeigt).

Personen, die sich leicht ablenken lassen, stimmen oft einer oder mehreren der folgenden Aussagen zu (vgl. [5]):

- Ich habe mein Smartphone länger als beabsichtigt genutzt.
- Ich wäre produktiver, wenn ich nicht so viel Zeit am Smartphone verbringen würde.
- Ich wollte schon einmal die Zeit am Smartphone reduzieren, aber es hat nicht

geklappt.

- Sogar wenn ich eigentlich andere Dinge zu tun habe, sage ich mir 'Nur noch ein paar Minuten' und bleibe an meinem Smartphone.

4.1.2. Orientierung

Timmis et al. [6] betrachten wie sich Personen verhalten, wenn sie sich mit dem Smartphone in der Hand fortbewegen, konkret wie oft sie wohin schauen und wie sie Hindernissen am Weg ausweichen. Dafür müssen die Personen einen Hinderniskurs⁸ unter verschiedenen Voraussetzungen (kein Smartphone, telefonieren, lesen, schreiben am Smartphone) bewältigen und wurden dabei gefilmt sowie ihre Augenbewegungen und Blicke mittels eines Eye Trackers aufgezeichnet.

Es zeigt sich, dass die getesteten Personen eindeutig am meisten Zeit brauchen [6] - sich also am langsamsten fortbewegen - um den Hinderniskurs zu bewältigen, wenn sie damit beschäftigt sind am Smartphone zu schreiben. Gegenüber der Zeit ohne Smartphone ergibt sich eine Steigerung von ca 115%. Darüber hinaus gibt es noch andere signifikante Veränderungen im Verhalten der Personen:

- Die relative Anzahl von Blicken auf ein Hindernis sinkt direkt proportional zur Ablenkung durch das Smartphone (am meisten Blicke gibt es ohne Smartphone, am wenigsten Blicke beim Schreiben am Smartphone)
- Die relative Dauer von Blicken auf ein Hindernis sinkt direkt proportional zur Ablenkung durch das Smartphone (die längsten Blicke gibt es ohne Smartphone, die kürzesten Blicke wieder beim Schreiben am Smartphone)
- Der Gang der Personen beim Überqueren des Hindernisses verändert sich ebenfalls in Abhängigkeit von der Ablenkung - je mehr Aufmerksamkeit dem Smartphone gewidmet wird, desto höher werden die Füße beim Hindernis gehoben und desto langsamer wird das Hindernis überquert (es ist aber keine der getesteten Personen am Hindernis angestoßen)

⁸ Der Hinderniskurs bestand aus einem zu überquerenden Hindernis am Boden und anderen Hindernissen in der Umgebung, um das Experiment realer zu gestalten, da man auf einer Straße meist ja auch mehrere Hindernisse (zum Beispiel Steine, Kanten) in Sichtweite hat.

Für Timmis et al. [6] zeigen diese Ergebnisse, dass die Personen ihr Verhalten bei der Suche nach eventuellen Hindernissen und ihren Gang in Abhängigkeit von ihrer Ablenkung durch das Smartphone anpassen um nicht zu stolpern oder zu fallen.

4.2. Stress und Angst

Der Einfluss der digitalen Technologien geht so weit, dass sich nicht nur das Verhalten von Personen - mit den daraus resultierenden Risiken und Nebenwirkungen - ändert, sondern sogar neue Formen der Angst entstehen.

Für Spitzer [7] gibt es Hinweise darauf, dass digitale Technologien, aufgrund der ihnen eigenen Mechanismen, dazu geeignet sind Ängste zu erzeugen bzw. zu verstärken. Ein Beispiel dafür ist die - insbesondere mit Smartphones einhergehende - Angst, etwas zu verpassen, die auch als *Fear of Missing Out (FoMO)* bezeichnet wird.

Diese Angst ist grundsätzlich nicht neu - es gab schon immer die Angst, etwas zu verpassen. Durch die heutigen sozialen Netzwerke, in denen Millionen Menschen immer über etwas berichten und Endgeräte wie Smartphones, die diese Neuigkeiten überall verfügbar machen, nimmt diese Form der Angst Spitzer [7] zufolge aber stark zu. Wie real dies inzwischen für so gut wie alle Personen ist, zeigt sich am Beispiel von Versuchen im Rahmen einer Studie, bei denen Personen für eine bestimmte Zeit nacheinander auf Fernsehen, das Internet und dann ihr Smartphone verzichten müssen. Nur eine Person (von 64!) brachte das fertig!

Eines der Leitsymptome der FoMO ist es, dass Personen ständig fürchten, falsche Entscheidungen zu treffen. Dadurch verpassen sie aber die besten Erfahrungen, weil sie einen guten Teil ihrer Zeit überlegen was sie am Besten tun sollen. Damit verknüpft ist der Verlust der Fähigkeit, Dinge zu genießen. Weitere Konsequenzen sind Konzentrationsprobleme und die Gefährdung des Straßenverkehrs⁹.

⁹ Bedingt dadurch, dass man auch auf der Straße oder hinter dem Steuer eines Autos dem Drang nachgibt, sein Smartphone auf neue Benachrichtigungen zu überprüfen, Nachrichten zu schreiben etc.

Eine andere Angst, die für Spitzer [7] eng mit modernen digitalen Technologien verknüpft ist, ist die *Nomophobie*, die Angst von seinem Smartphone getrennt zu sein bzw. es nicht verwenden zu können (weil zum Beispiel der Akku leer ist). Für Spitzer ist das eine moderne Form der Trennungsangst, weil sie sich nicht nur rein auf das Gerät als solches erstreckt, sondern auch auf die Angst, von den technisch vermittelten Sozialkontakten abgeschnitten zu werden.

Symptome dieser Trennungsangst (vgl. [7] am Beispiel der USA) sind zum Beispiel, dass

- bis zu zwei Drittel der Personen mit oder neben dem Smartphone schlafen,
- mehr als die Hälfte der Personen nicht dazu in der Lage ist das Smartphone auszuschalten,
- rund ein Drittel der Personen bereits während intimer Kontakte ans Smartphone gegangen ist.

Wie stark diese neuen Formen der Angst mit digitalen Technologien und insbesondere dem Smartphone zusammenhängen, illustriert Spitzer [7] anhand einer Studie, bei der die Angst von Personen gemessen wurde, wenn sie ihr Smartphone weglegen mussten bzw. wenn ihnen ihr Smartphone weggenommen wurde.

Personen, die das Smartphone eher wenig benutzen, hatten keine Angst wenn sie für den Zeitraum des Versuchs ohne auskommen sollten. Bei einer starken Nutzung zeigt sich aber eine starke Abhängigkeit vom Smartphone: Schon das Weglegen-Müssen verursacht bei diesen Personen vermehrt Angst, ganz zu schweigen vom Weggenommen-Werden.

4.3. Einfach immer dem Navi nach?

Betrachtet man die aufgezeigten Auswirkungen von digitalen Technologien und im Speziellen von Smartphones, stellt sich dabei auch die Frage, ob man sich einfach immer „blind“ auf ein Navigations-System verlassen sollte. Dieses erleichtert zwar offensichtlich die Fortbewegung und Orientierung in einem - vor allem unbekanntem -

Gebiet im Vergleich zu analogen Landkarten. Doch kann ein zu starkes Vertrauen in ein solches System auch andere Konsequenzen nach sich ziehen?

Münzer [8] zufolge ist es heute für so gut wie alle Autofahrerinnen und Autofahrer selbstverständlich, sich von einem Navigations-System an ein (unbekanntes) Ziel lotsen zu lassen. Routenplaner im Internet oder entsprechende Apps am Smartphone werden dagegen vorwiegend von jüngeren Personen eingesetzt, während ältere Personen noch eher auf Landkarten und die Orientierung an den Himmelsrichtungen zurückgreifen.

Es gibt zu bedenken, dass - selbst wenn einen das GPS an den gewünschten Ort bringt, was nicht immer ganz reibungslos klappt - viele Personen das Gefühl haben, nichts über die Gegend zu wissen, durch die sie gerade gefahren sind. Somit stellt sich für Münzer [8] die Frage, ob es dem Orientierungssinn schadet, wenn man sich beim Navigieren zu sehr auf die Technik verlässt.

Bevor es Navigations-Systeme gab, musste man sich mit und auf Landkarten zurechtfinden. Diese liefern ein allozentrisches¹⁰, nach Norden ausgerichtetes Bild der Umgebung und müssen zuerst durch eine mentale Rotation mit der eigenen Position und Blickrichtung abgeglichen werden. Das ist aufwändig, hat aber den Vorteil, dass man ein gutes Überblickswissen über die nähere Umgebung erlangt.

Verlässt man sich bei der Orientierung dagegen auf ein Navigations-System, entfällt diese mentale Rotation, da die Anzeige am Monitor in Form eines egozentrischen¹¹ Bildes erfolgt. Somit übernimmt das Gerät einen Teil der Arbeit und sagt der Person, wo sie sich befindet, wo sie abzubiegen hat und wie weit es noch bis zum Ziel ist. Das ist bequem, hat aber den Nachteil, dass man keinen Überblick über die nähere Umgebung hat und eventuell nicht erkennen kann, sollte einen das Navigations-System in die Irre leiten.

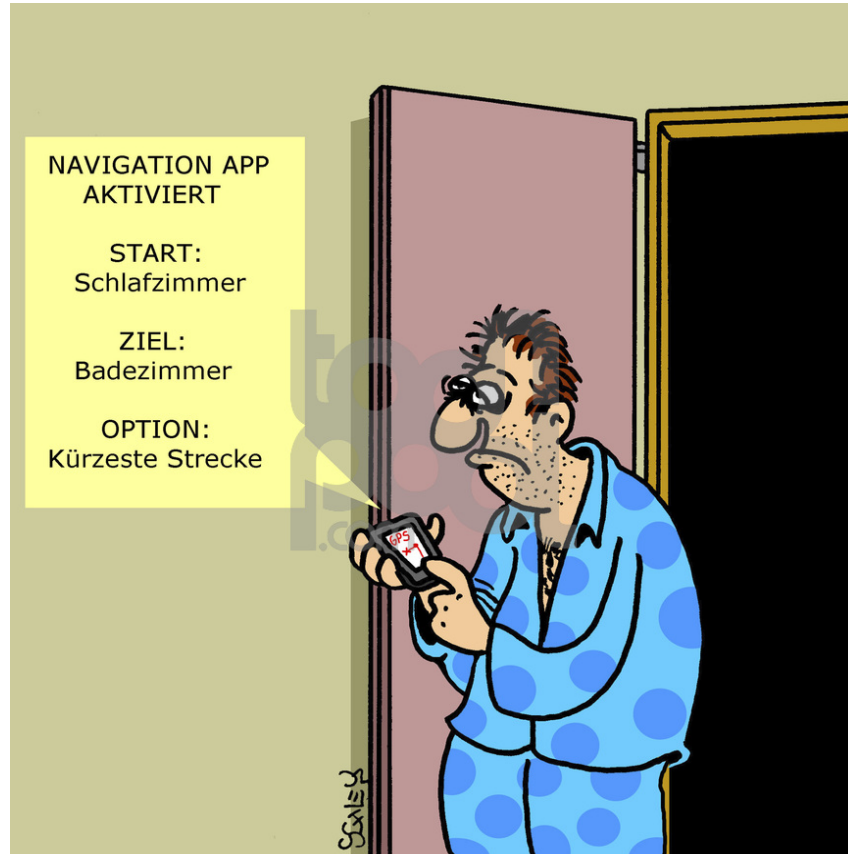
10 Die allozentrische Sichtweise setzt die Position von Objekten unabhängig vom eigenen Standpunkt zueinander in Beziehung.

11 Die egozentrische Sichtweise beschreibt die Position von Objekten ausgehend vom eigenen Standpunkt.

Für Münzer [8] folgt, dass die Nutzung von Navigations-Systemen mit der aktuell üblichen egozentrischen Darstellung durchaus dazu führen kann, dass das räumliche Lernen sich verschlechtert, zumindest aber der Überblick über die nähere Umgebung verloren geht.

4.4. Fazit

Angesichts der Erkenntnisse aus der Forschung erscheint es durchaus wahrscheinlich, dass die Art wie Personen IS nutzen (und je intensiver sie sich auf diese verlassen bzw. je intensiver dies mittels Smartphone passiert) einen Einfluss auf ihr Wissen über die räumliche Orientierung hat.



„Navigation App“

Quelle: Karsten / toonpool.com¹²

¹² https://de.toonpool.com/cartoons/Navigation%20App_161640

5. Empirische Sicht - Fragebogen

Das theoretische und praktische Wissen und Nicht-Wissen bezüglich Landkarten und räumlicher Orientierung wird mittels eines Fragebogens ermittelt, der dafür geeignete Fragestellungen umfasst und zusätzlich allgemeine Angaben zu den befragten Personen und ihren Umgang mit IS abfragt.

5.1. Fragebogenstruktur

Bei der Erstellung des Fragebogens wurde darauf geachtet, dass dieser aus möglichst eindeutigen Fragen mit klar verständlichen Formulierungen besteht und alle Fragen - so weit es inhaltlich möglich ist - die gleiche Struktur für die möglichen Antworten aufweisen.

Die allgemeinen Teile zur Abfrage der benötigten personenbezogenen Information und zur Erstellung eines pseudonymisierten Personencodes befinden sich am Schluss des Fragebogens, damit die Personen davor nicht unnötig von den Aufgaben abgelenkt werden. Davon ausgenommen sind personenbezogene Angaben, die direkt mit den jeweiligen Frageteilen zusammenhängen.

Insoweit entspricht der Fragebogen den Empfehlungen die Porst (vgl. [13], S. 95-96, S. 157-158) gibt, um einen leicht verständlichen Fragebogen zu erhalten, der von den Personen nicht als langweilig oder unstrukturiert empfunden wird, was die Ergebnisse verfälschen könnte.

5.1.1. Landkarten

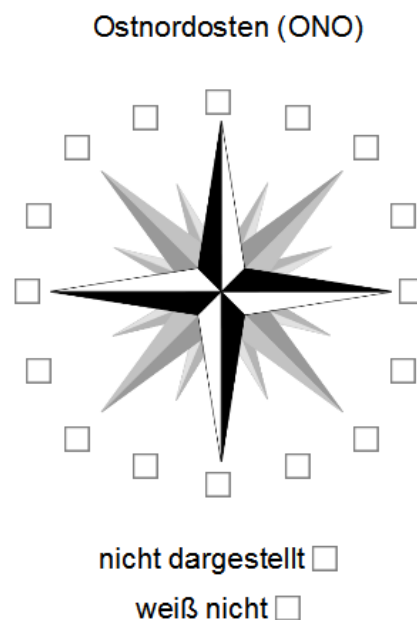
Im ersten Teil des Fragebogens geht es um das Wissen der Personen bezüglich Landkarten. Um das vorhandene Wissen einschätzen zu können, muss zu Beginn angegeben werden, ob - und falls ja, wie lange - eine Person in verschiedenen Bereichen (Privat, Pfadfinder, Segeln etc.) bereits Landkarten benutzt hat und wie sie selbst ihr Wissen in Bezug auf Landkarten und Orientierung im Raum einschätzt.

Daran anschließend folgen zwei Gruppen von Fragen, bei denen es einerseits um

das Einordnen von Himmelsrichtungen auf Wind- und Kompassrosen, andererseits um das Lesen einer Landkarte geht. Diese Beispiele wurden selbst erstellt, die Aufgabe besteht aus gesamt zehn Fragen.

Himmelsrichtungen

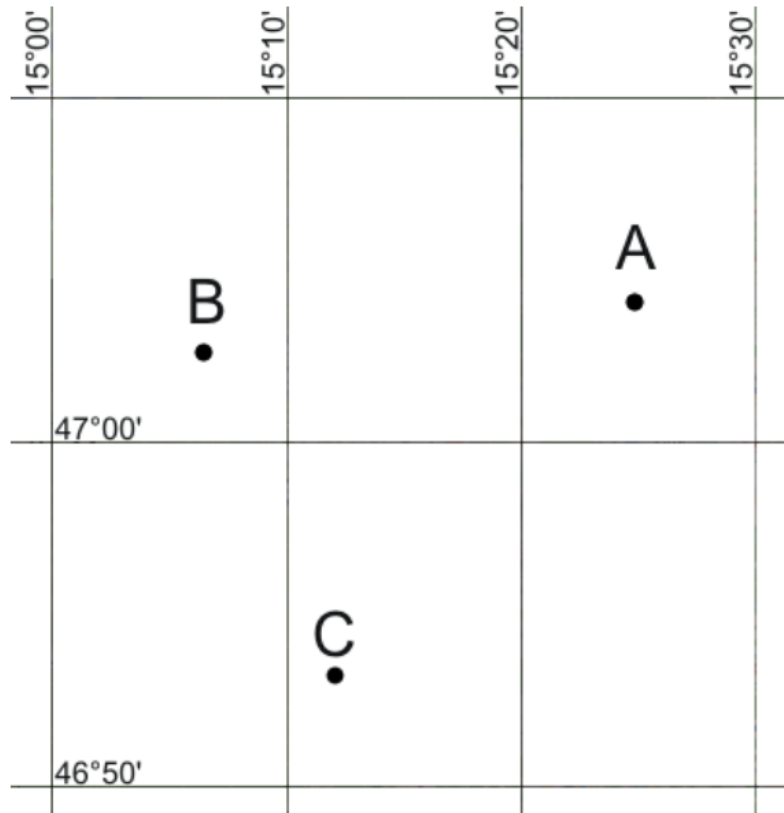
Beim Einordnen der Himmelsrichtungen müssen die Personen erkennen, ob die gefragte Himmelsrichtung - und falls ja, wie - auf der gegebenen Wind- bzw. Kompassrose dargestellt werden kann (Beispiel siehe Abbildung 1, S. 23), zusätzlich gibt es die Möglichkeit „weiß nicht“ anzugeben.



*Abbildung 1: Beispielaufgabe Himmelsrichtungen
(Quelle: Eigenes Bild)*

Orientierung auf Landkarten

Die Fragen zur Orientierung auf Landkarten beziehen sich auf eine hypothetische Karte, auf der sowohl ein übliches Koordinaten-Gitter (Längen- und Breitengrade), als auch drei Orte A, B, C eingezeichnet sind. Die Personen müssen erkennen, ob die Fragen mit einem der Orte - und falls ja, mit welchem - gelöst werden können (Beispiel siehe Abbildung 2, S. 24) und haben zusätzlich die Möglichkeit „weiß nicht“ anzugeben.



- | | A | B | C | nicht dargestellt | weiß nicht |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| - Welcher Ort befindet sich am nächsten zu den Koordinaten 15°20' Ost, 47°00' Nord? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Abbildung 2: Beispielaufgabe Landkarten
(Quelle: Eigenes Bild)

5.1.2. Orientierung im Raum

Im zweiten Teil des Fragebogens geht es um das Wissen der Personen bezüglich dreidimensionaler Orientierung im Raum. Um das vorhandene Wissen einschätzen zu können, muss zuerst angegeben werden, ob - und falls ja, wie lange - eine Person Unterricht in Darstellender Geometrie oder ähnlichen (Schul- bzw. Studien-)Fächern hatte.

Daran anschließend müssen Fragen gelöst werden, bei denen es um Würfel-

Rotation geht. Als Basis für diese Aufgabe wurden geeignete Beispiele aus dem I-S-T 2000 R verwendet (vgl. [14], Grundmodul Form A, S. 17-18), die Aufgabe besteht aus gesamt sechs Fragen.

Die Personen müssen bei jeder Frage erkennen, ob der bei der Frage abgebildete Würfel der Rotation von einem - und falls ja, welchem - der vorgegebenen Würfel entspricht oder nicht, zusätzlich gibt es auch hier die Möglichkeit „weiß nicht“ anzugeben.

5.1.3. Angaben zur Person

Nach Bearbeitung der Fragestellungen werden die Personen noch gebeten, allgemeine Information zu sich bekannt zu geben, um die Ergebnisse in einen Kontext zu ihrer Ausbildung und ihrer Art der Nutzung von IS setzen zu können.

Dafür sollen die Personen Angaben zu ihrem Alter, ihrem Geschlecht, der höchsten abgeschlossenen Ausbildung und vor allem ihrer Nutzung von Computern machen. Bei der Nutzung von Computern geht es insbesondere darum, wie lange und wie häufig eine Person schon Computer einsetzt und ob Tools wie GPS, Navigations-Software (Routenplaner, OpenStreetMap, Google Maps etc.) genutzt werden.

Weiters können die Personen, nach Angabe von Daten aus denen ein pseudonymisierter Personencode erhalten wird, ihre Kontaktdaten bekanntgeben, unter denen sie - sofern sie Interesse haben und aufgrund ihrer Ergebnisse dafür in Frage kommen - zwecks Terminvereinbarung für die Teilnahme am Test des IS erreichbar sind.

5.2. Ermittlung der Ergebnisse

Damit das Wissen und Nicht-Wissen der Personen abgebildet werden kann, sollen die Ergebnisse des Fragebogens rein auf den richtigen und falschen Antworten basieren. Die anderen erhobenen Daten dienen der Information und um bei mehreren gleichwertigen Ergebnissen Personen auszuwählen, die für die Studie interessant sein könnten.

Alle 16 Fragen spiegeln gleichwertig das Wissen und Nicht-Wissen der Personen über räumliche Orientierung wider, daher werden alle Fragen gleich gewichtet. Somit ergibt sich eine maximale Gesamtpunktzahl von 16, wenn alle Fragen richtig beantwortet werden.

5.3. Ergebnisse

Insgesamt haben im Rahmen dieser Arbeit 32 Personen den Fragebogen ausgefüllt. Da diese Stichprobe für statistische Auswertungen nicht groß genug ist, wird auf eine solche verzichtet und werden stattdessen nur die interessantesten Ergebnisse in Kurzform dargestellt.

Von den 32 Personen verwenden 31 Personen (96,88%) einen Computer entweder mehrmals täglich oder zumindest täglich und nur eine Person 3-5x pro Woche und somit niemand weniger oft. Navigations-Software wird von 30 Personen (93,75%) genutzt, GPS von 15 Personen (entspricht 50,00%, da 2 Personen keine Antwort auf diese Frage gaben).

5.3.1. Landkarten

Die Selbsteinschätzung des Wissens über Landkarten wird von 28 Personen (87,50%) entweder mit „eher gut“ oder „durchschnittlich“ angegeben, eine Person (3,12%) antwortete mit „sehr gut“ und vier Personen (12,50%) mit „eher schlecht“ oder „sehr schlecht“.

Dass eine solche Selbsteinschätzung nicht immer korrekt ist, zeigen die Ergebnisse: Die beiden Personen mit den schlechtesten Ergebnissen in diesem Teil des Fragebogens hatten ihr Wissen als „durchschnittlich“ eingestuft, während dagegen alle vier Personen, die sich als „eher schlecht“ bis „sehr schlecht“ im Umgang mit Landkarten einschätzten, alle zehn Fragen dieses Teils korrekt beantwortet haben.

26 Personen (81,25%) gaben unabhängig von ihrer Selbsteinschätzung neun oder zehn richtige Antworten auf diesen Teil. 20 Personen (62,50%) konnten alle Fragen

richtig beantworten, nur eine Person konnte keine korrekte Antwort geben.

5.3.2. Orientierung im Raum

27 Personen (84,38%) hatten laut ihrer eigenen Angabe Unterricht in Darstellender Geometrie oder ähnlichen (Schul- bzw. Studien-)Fächern, mit einer Unterrichtsdauer von einem bis drei Jahren. Ein Zusammenhang zwischen einem solchen Unterricht und/oder der Dauer und dem Wissen in Bezug auf die Orientierung im Raum scheint auf den ersten Blick nicht zu bestehen, da sowohl Personen ohne Unterricht vier oder fünf korrekte Antworten in diesem Teil gaben, als auch Personen mit drei Jahren Unterricht nicht dazu in der Lage waren, mehr als zwei oder drei korrekte Antworten zu geben.

21 Personen (65,63%) gaben unabhängig von einem eventuellen Unterricht und dessen Dauer vier oder fünf korrekte Antworten auf diesen Teil. Nur eine Person konnte alle Fragen richtig beantworten, auch hier konnte nur eine Person keine korrekte Antwort geben.

5.4. Fazit

Nur eine Person konnte alle Fragen richtig beantworten¹³, das zweitbeste Resultat teilen sich drei Personen mit fünfzehn korrekten Antworten. Keine Person konnte keine Frage richtig beantworten - das schlechteste Resultat waren fünf korrekte Antworten¹⁴, das zweitschlechteste sieben korrekte Antworten.

Die sechzehn Personen mit den höchsten (13-15) und niedrigsten (7-9) Punktzahlen wurden eingeladen, an der Studie im FrageServer und somit am Test des IS teilzunehmen. Elf Personen - leider nur zwei von ursprünglich vier aus der Gruppe der Personen mit niedrigen Punktzahlen - nahmen die Einladung an. Die Personen wurden anhand des Unterschieds in den Punktzahlen ausgewählt, da so der Unterschied zwischen Wissen und Nicht-Wissen am Größten ist und es somit wahrscheinlich ist, dass sich bei der Bearbeitung der Studie im FrageServer

¹³ Diese Person hatte in weiterer Folge keine Zeit, um an der Studie im FrageServer teilzunehmen.

¹⁴ Diese Person machte während der Bearbeitung des Fragebogens einen unkonzentrierten bzw. nicht interessierten Eindruck, daher wurde entschieden, die Person nicht zur Teilnahme an der Studie im FrageServer einzuladen.

erkennbare Unterschiede zeigen.

Der Test der ersten Person wurde als Beta-Test konzipiert. Für den Beta-Test wurde zufällig eine Person aus der Gruppe der Personen mit hohen Punktzahlen ausgewählt, um die Gruppe der Personen mit niedrigen Punktzahlen nicht noch zusätzlich zu verkleinern. Die beim Beta-Test gewonnenen Daten und Erkenntnisse wurden genutzt, um kleine Fehler in der Implementierung des FrageServers zu beheben und das Studiendesign zu optimieren.

Die Daten der übrigen zehn Personen können für die Überprüfung der Plausibilität der erhaltenen Daten (vgl. Kapitel 6.5, S. 41) und die spätere Auswertung (vgl. Kapitel 7, S. 44) herangezogen werden.



„GPS“

Quelle: marian kamensky / toonpool.com¹⁵

¹⁵ https://www.toonpool.com/cartoons/GPS_146926

6. Technische Sicht - FrageServer

Damit die aus den Fragebögen erhaltenen Ergebnisse genauer quantifiziert werden können, wird der FrageServer als IS entworfen, mit dem sich das Wissen und Nicht-Wissen der teilnehmenden Personen in Bezug auf Landkarten erfassen lässt.

Um nicht nur für diese Arbeit, sondern auch für andere Fragestellungen einsetzbar zu sein, wird der FrageServer so generisch gestaltet, dass er für beliebige Studien genutzt werden kann, die auf einem Frage-Antwort-Schema basieren. Ein wesentlicher Aspekt bei der Entwicklung ist dabei die Barrierefreiheit (e-Inklusion¹⁶), damit auch Personen mit funktionellen Einschränkungen mit dem IS arbeiten können.

6.1. Anforderungen an den FrageServer

Folgende Anforderungen denen der FrageServer genügen soll wurden definiert, um das IS für beliebige Studien - und insbesondere solche, bei denen eine Erhebung von neuronalen Daten und/oder Verhaltensdaten erfolgt - einsetzen zu können:

- Barrierefreiheit (entsprechend WCAG 2.0 Level AA)¹⁷
- responsive Design (Endgeräte-unabhängig, soweit eine Studie noch sinnvoll am jeweiligen Endgerät bearbeitet werden kann)
- klar strukturiertes, einfach zu bedienendes User Interface (UI)
- Synchronisation der Benutzer-Aktionen am Endgerät mit anderen Datenquellen (zum Beispiel EEG-System oder Eye Tracker) unter Verwendung des Lab Streaming Layer (LSL)-Protokolls
- Möglichkeit der Anzeige von Cues, die bei EEG-Studien allgemein üblich sind (Countdown vor jeder Frage und visueller Fokuspunkt auf den die Aufmerksamkeit vor Anzeige der Frage gelenkt wird)
- Möglichkeit der Präsentation von Feedback nach Beantwortung einer Frage (Feedback ob richtige oder falsche Antwort gegeben)
- Möglichkeit der Erstellung von Studien, deren Aufgaben auf einem Frage-Antwort-Schema basieren (mit einer beliebigen Anzahl von Aufgaben und

¹⁶ e-Inklusion bedeutet, dass ein IS bei der Arbeit mit Menschen, die an funktionellen Einschränkungen leiden, eingesetzt werden kann.

¹⁷ Siehe <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>

Fragen je Aufgabe)

- Möglichkeit der Anzeige einer kurzen Einführung und Anleitung vor Beginn einer Aufgabe
- Möglichkeit der unterschiedlichen Visualisierung von Fragen je Aufgabe
- Möglichkeit der Entwicklung von Plugins für den FrageServer, die über ein simples Application Programming Interface (API) angebunden werden können, um Aufgaben zu beliebigen Themenbereichen darzustellen (zum Beispiel Landkarten, Bilder, Videos, Zeichenoberflächen) und/oder die Anbindung von Datenquellen über LSL ermöglichen, für die es keine direkte Unterstützung in LSL gibt (zum Beispiel Maus- und Tastatur-Aktivitäten), sofern sie über ein UI erfassbare, interaktive Aktivitäten erlauben

6.2. Implementierung des FrageServers

Bei der Implementierung des FrageServers wird darauf geachtet, dass dieser aus einzelnen, klar abgegrenzten Modulen besteht, die jedes für sich bei Bedarf einfach angepasst und/oder erweitert werden können.

6.2.1. Systemarchitektur

Als Systemarchitektur des IS kommt das Client-Server-Modell zum Einsatz, um größtmögliche Flexibilität bei der Auswahl der Endgeräte zu ermöglichen, mit denen Personen interagieren können.

Das System besteht aus zwei Hauptmodulen (siehe Abbildung 3, S. 32):

- einem beliebigen Browser (als Client) und
- dem FrageServer (als Server).

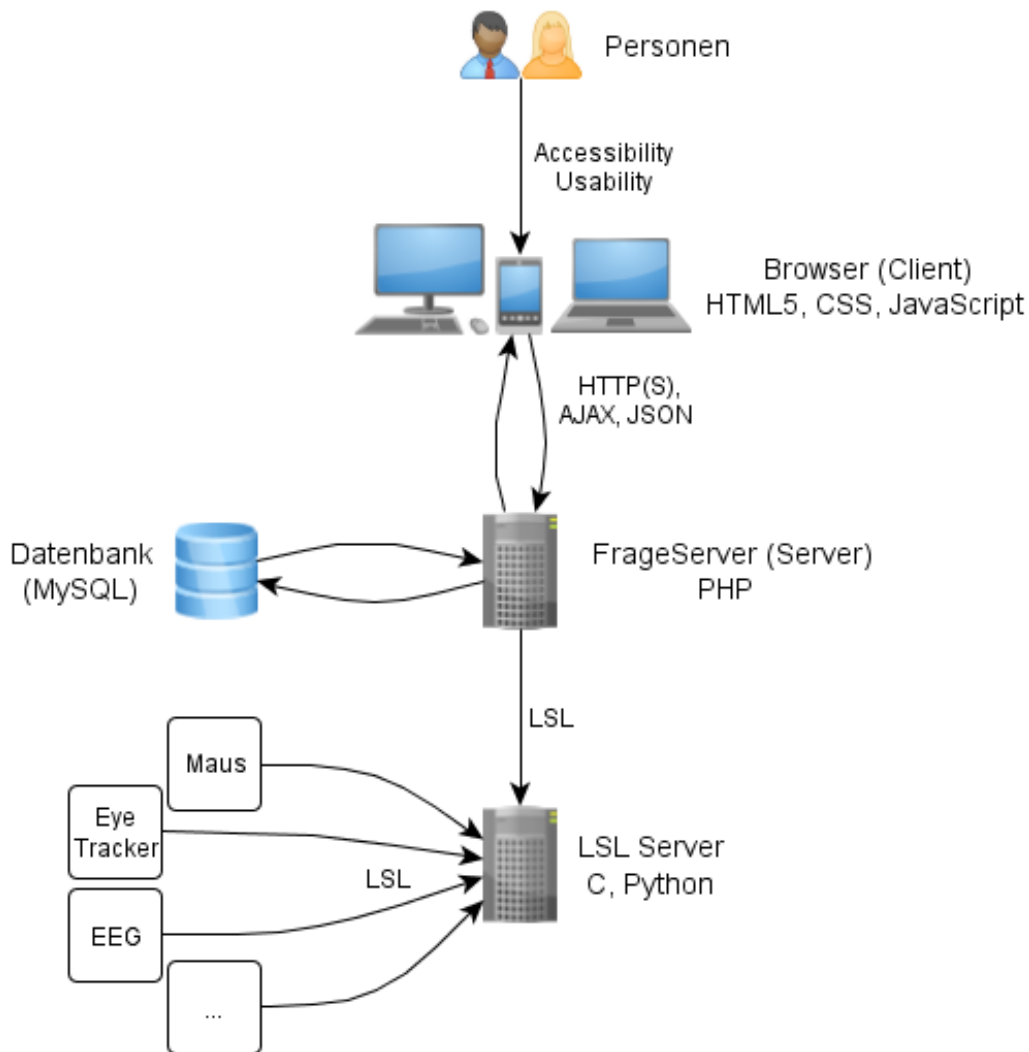


Abbildung 3: Systemarchitektur des FrageServers
(Quelle: Eigenes Bild)

Die Kommunikation zwischen diesen beiden Modulen erfolgt mittels Internet Protocol (IP) und darauf aufsetzenden state of the art-Technologien (Aufruf einzelner Seiten am FrageServer über HTTP(S), dynamische Aktualisierung von Seiten im Browser unter Verwendung von AJAX und JSON).

Der FrageServer kann bei Bedarf so erweitert werden, dass er an eine Datenbank angebunden wird (zur Speicherung und Verwaltung von Studien und für die Umsetzung eines User Managements, das den Zugriff und die Bearbeitung einzelner Studien regelt). Die entsprechenden Schnittstellen dafür sind im System vorhanden, wurden aber im Rahmen dieser Arbeit nicht implementiert.

Der FrageServer schickt über die integrierte LSL-Schnittstelle Daten an einen LSL-Server [17], damit Aktivitäten der Personen im Browser wie Maus-Klicks und Tastatur-Eingaben mit anderen Datenquellen (zum Beispiel EEG-System und Eye Tracker) synchronisiert werden können.¹⁸

6.2.2. Client

Der Client ist so konzipiert, dass er in jedem aktuellen Browser problemlos läuft, und basiert auf HTML 5 und CSS 3 sowie JavaScript. Um die Anpassung an unterschiedliche Bildschirmgrößen bei verschiedenen Endgeräten zu ermöglichen, wird der gesamte Client unter Einsatz von responsive Design umgesetzt, d.h. die angezeigten Daten passen sich automatisch an die jeweilige Bildschirmauflösung an.

Der Client des FrageServers besteht im Wesentlichen aus vier großen Anzeigeblocken (siehe Abbildung 4, S. 34):

- dem Titel-Bereich (Titel der Studie, aktuelle Aufgabe und aktueller Fortschritt in der Aufgabe, Logos)
- dem Frage-Antwort-Bereich (aktuelle Frage und Antwortmöglichkeiten)
- dem Workspace (zeigt das für die aktuelle Aufgabe verwendete und an die Frage angepasste Plugin an, siehe Kapitel 6.2.4, S. 35)
- dem Fußzeilen-Bereich (Version des FrageServers, Copyright)

Der Titel-Bereich und der Fußzeilen-Bereich werden je nach verfügbarer Auflösung des Endgeräts mit reduzierten Daten (oder gar nicht) dargestellt, da sie nicht relevant für die Funktion des IS und die Bearbeitung einer Studie sind, sondern nur der Information dienen.

Der Frage-Antwort-Bereich und der Workspace passen sich je nach verfügbarer

¹⁸ Der LSL-Server kann prinzipiell auf dem selben Rechner wie der FrageServer betrieben werden. Manche Geräte-Treiber für LSL sind noch nicht sonderlich stabil, daher empfiehlt es sich in der Praxis, die beiden Systeme auf getrennten Rechnern auszuführen. Ansonsten könnten Personen, die Studien am FrageServer bearbeiten, unnötig durch Ausfälle gestört werden bzw im schlimmsten Fall dazu gezwungen sein, die Studie neu zu beginnen. Das würde die Qualität der erhobenen Daten stark beeinträchtigen, wenn die Daten überhaupt brauchbar wären.

Auflösung in ihrer Darstellung an, um die Fragen - soweit technisch machbar - auch auf Endgeräten mit geringer Bildschirmauflösung bearbeiten zu können.

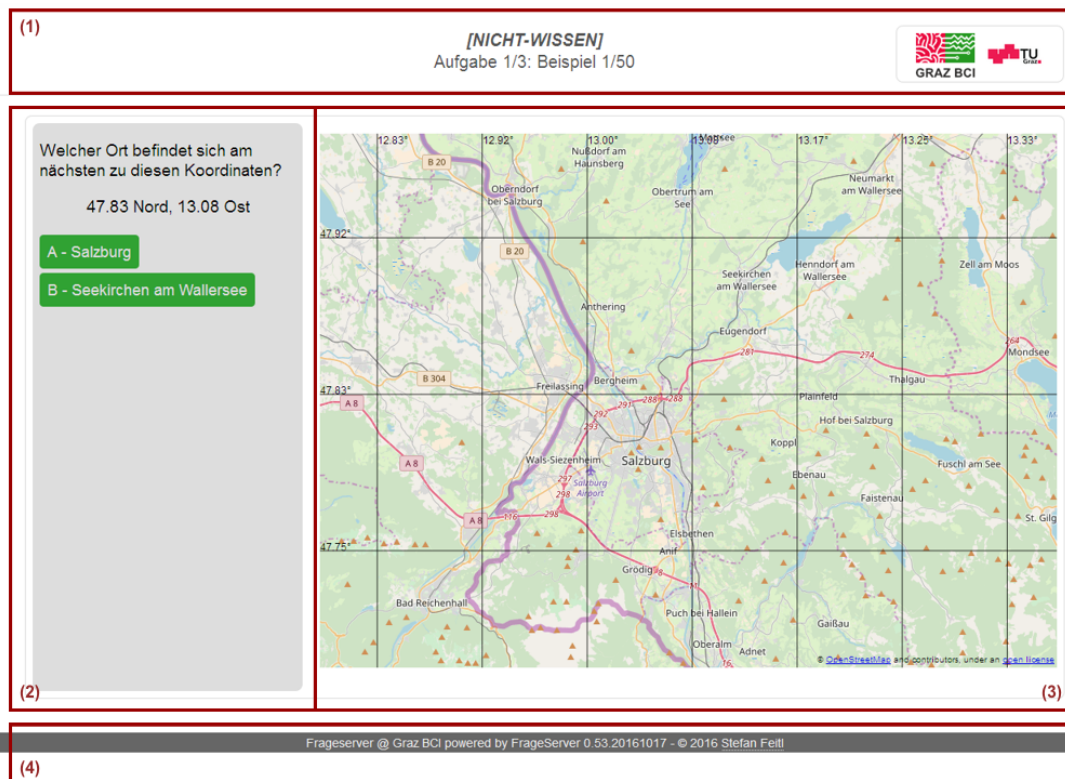


Abbildung 4: Anzeigeblocke im Client des FrageServers: (1) Titel-Bereich, (2) Frage-Antwort-Bereich, (3) Workspace, (4) Fußzeilen-Bereich
(Quelle: Eigenes Bild)

Der Frage-Antwort-Bereich und der Workspace unterstützen je Aufgabe verschiedene Darstellungsformen, um für verschiedene Fragen bzw. Arten der Fragestellung geeignet zu sein. Zur Zeit unterstützt das System folgende Optionen (diese können jederzeit um weitere Darstellungsformen erweitert werden):

- Variante 1: Frage-Antwort links, Workspace rechts
- Variante 2: Workspace links, Frage-Antwort rechts
- Variante 3: „Millionenshow“ - Workspace oben, Frage-Antwort mittig unten

6.2.3. Server

Der Server ist so konzipiert, dass er auf jedem aktuellen Webserver (Apache, IIS etc.) problemlos läuft, und basiert auf PHP 5. Seine beiden Hauptmodule sind:

- der eigentliche FrageServer (generiert die Seiten für den Client, steuert die Anzeige und den Ablauf der Studien)
- die LSL-Schnittstelle (sendet Aktivitäten im Client an den LSL-Server)

Der FrageServer verwendet Sessions, um mehrere parallel eingehende Verbindungen von verschiedenen Clients voneinander trennen zu können. Eine Session wird bei der ersten Verbindung eines Clients mit dem FrageServer gestartet und nach vollständigem Abschluss einer Studie an diesem Client beendet¹⁹. Die Session wird beim Senden von Daten über die LSL-Schnittstelle mitgeschickt, um die Zuordnung zu Studie und Person bei der Auswertung der Daten zu erleichtern. Somit erlaubt der FrageServer die Bearbeitung von beliebigen Studien durch mehrere Personen zur selben Zeit.

Die LSL-Schnittstelle erlaubt die Konfiguration der Bezeichnung, unter der der FrageServer Daten an den LSL-Server sendet. Anhand der Bezeichnung kann der FrageServer am LSL-Server identifiziert und als Datenquelle ausgewählt werden.

6.2.4. Plugins

Plugins können alle Inhalte in den Workspace einbinden, die sich über eine Netzwerk-Verbindung abrufen lassen (Texte, Formulare, Bilder, Landkarten, Videos etc.). Darüber hinaus kann mit Hilfe eines Plugins auch ein Gerät Aktivitäten über LSL loggen das nicht direkt von LSL unterstützt wird, sofern das Gerät mit einem HTML 5-basierten UI interagieren kann.

Ein Plugin kann intern beliebige Funktionen verwenden und in einer beliebigen Sprache (zum Beispiel PHP, Perl) programmiert sein, so lange es auf einem Webserver lauffähig ist, in Abhängigkeit einer eventuell nötigen Anpassung an die jeweilige Fragestellung HTTP-GET-Parameter unterstützt und das in JavaScript umgesetzte API des Clients implementiert.

¹⁹ Wird nach Abschluss einer Studie die Startseite des FrageServers erneut aufgerufen, wird die Session dennoch durch eine neue ersetzt, um immer eine bestimmte Session der Bearbeitung einer bestimmten Studie durch eine bestimmte Person zuordnen zu können. Das vereinfacht die Zuordnung der über LSL gesammelten Daten bei der späteren Auswertung.

Der FrageServer verfügt zur Zeit über zwei Plugins:

- Anzeige eines statischen Bildes (akzeptiert als Parameter die URL des anzuzeigenden Bildes)
- Anzeige von Landkarten aus OpenStreetMap (statisch oder dynamisch, siehe Kapitel 6.3, S. 37, akzeptiert als Parameter den Anzeigemodus und die GPS-Koordinaten auf die die Landkarte zentriert werden soll)

Das von jedem Plugin zu implementierende API besteht aktuell aus einer einfachen Funktion, die frei definierbare Aktivitäten im Plugin an den Client weiterleitet, damit dieser sie über die LSL-Schnittstelle des Servers an den LSL-Server senden kann. Das API kann bei Bedarf jederzeit weiterentwickelt und ausgebaut werden. Eine mögliche Erweiterung wäre ein bidirektionaler Datenaustausch zwischen Client/Server und Plugin, über den zur Laufzeit entsprechende Reaktionen des Plugins ausgelöst werden können.

6.2.5. Studien

Der FrageServer kann Studien abbilden, die einem allgemeinen Frage-Antwort-Schema folgen. Jede Studie kann aus beliebig vielen Aufgaben bestehen und jede Aufgabe aus beliebig vielen Fragen. Jede Aufgabe verwendet ein Plugin, das die Anpassung und korrekte Darstellung des Workspace übernimmt (siehe Abbildung 5, S. 37).

Für jede Aufgabe müssen folgende Einstellungen vorgenommen werden:

- verwendetes Plugin
- Anleitung vor Beginn der Aufgabe (ja/nein, wenn ja Text in HTML)
- Darstellungsform der Fragen der Aufgabe
- Countdown vor Anzeige einer Frage (ja/nein, wenn ja für wie lange bzw. wenn Dauer zufällig variiert werden soll Angabe von Minimum und Maximum)
- Cue vor Anzeige einer Frage (ja/nein, wenn ja für wie lange)
- Feedback nach Beantwortung einer Frage (ja/nein, wenn ja für wie lange)

Für jede einzelne Frage müssen folgende Daten definiert werden:

- Fragestellung (Text)
- Antwortmöglichkeiten (Text, mit Definition der richtigen Antwort)
- nötige Parameter für das verwendete Plugin

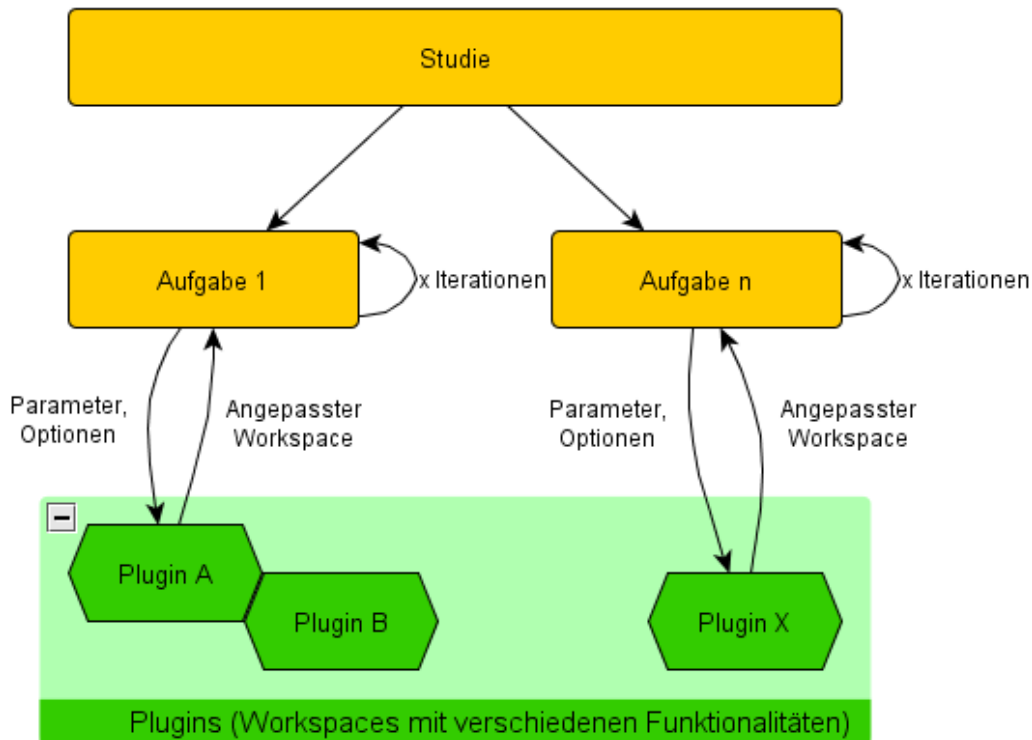


Abbildung 5: Struktur einer Studie im FrageServer
(Quelle: Eigenes Bild)

6.3. Studiendesign

Die am Test des FrageServers teilnehmenden Personen sitzen nach Anpassung der EEG-Haube und Kalibrierung des Eye Trackers entweder an einem Bildschirm mit Tastatur und Maus oder an einem Laptop mit Maus. Darauf ist eine Webseite mit dem UI des FrageServers geöffnet. Nach einer Einweisung in das UI und kurzer Erklärung der Fragestellungen werden die Personen darum gebeten, die gestellten Aufgaben der Reihe nach zu bearbeiten.

Die Fragen je Aufgabe sind sich untereinander ähnlich. Sie unterscheiden sich im Detail aber in der Ausgestaltung und der Formulierung. Somit muss nach Möglichkeit das vorhandene, erlernte Wissen angewandt werden und können die Antworten nicht aufgrund der immer gleichen Art der Fragestellung durch Gewöhnungseffekte und

Ähnlichkeiten zu stark beeinflusst werden. Außerdem ist es so möglich zu ermitteln, ob sich die Herangehensweise der Personen an die Beantwortung der Fragen mit steigender Anzahl an Wiederholungen (Lerneffekt, Steigerung der Effizienz) ändert.

Mögliche Fragestellungen - am Beispiel einer der zu lösenden Aufgaben, der Suche nach dem Ort, der bei den gegebenen geographischen Koordinaten liegt - sind:

- „Welcher Ort befindet sich näher zu den folgenden Koordinaten?
47.40N, 15.10 O“
- „Welcher Ort liegt am nächsten zu diesen Koordinaten?
47.40° nördl. Breite, 15.10° östl. Länge“
- „Welcher Ort ist im SSW der folgenden Koordinaten?
15.10 O, 47.40N“
- „Welcher Ort liegt südsüdwestlich dieser Koordinaten:
15.10° östl. Länge, 47.40° nördl. Breite“

Um die Einflüsse auf die gegebene Antwort im Rahmen der Entwicklung und Verifikation des FrageServers möglichst gering zu halten, gibt es zu jeder Frage nur zwei Antwortmöglichkeiten, das IS unterstützt an sich aber eine beliebige Anzahl an möglichen Antworten.

Die Fragen gliedern sich inhaltlich in zwei Aufgaben:


- *Statische Bedingungen*: statische (analoge) Landkarte
- *Dynamische Bedingungen*: dynamische (digitale) Landkarte

Bei der ersten Aufgabe (statische Bedingungen, aufgeteilt in zwei Blöcke zu je 50 Fragen mit Möglichkeit einer kurzen Pause zwischen den Blöcken, damit die Personen die Konzentration halten können und nicht müde werden) haben die Personen ein statisches Bild einer Landkarte aus OpenStreetMap vor sich. Sie müssen die gegebenen Global Positioning System (GPS)-Koordinaten auf der Karte finden und die dazu gestellte Frage beantworten (siehe Abbildung 6, S. 39).

Welcher Ort befindet sich am nächsten zu diesen Koordinaten?
47.83 Nord, 13.08 Ost

A - Salzburg

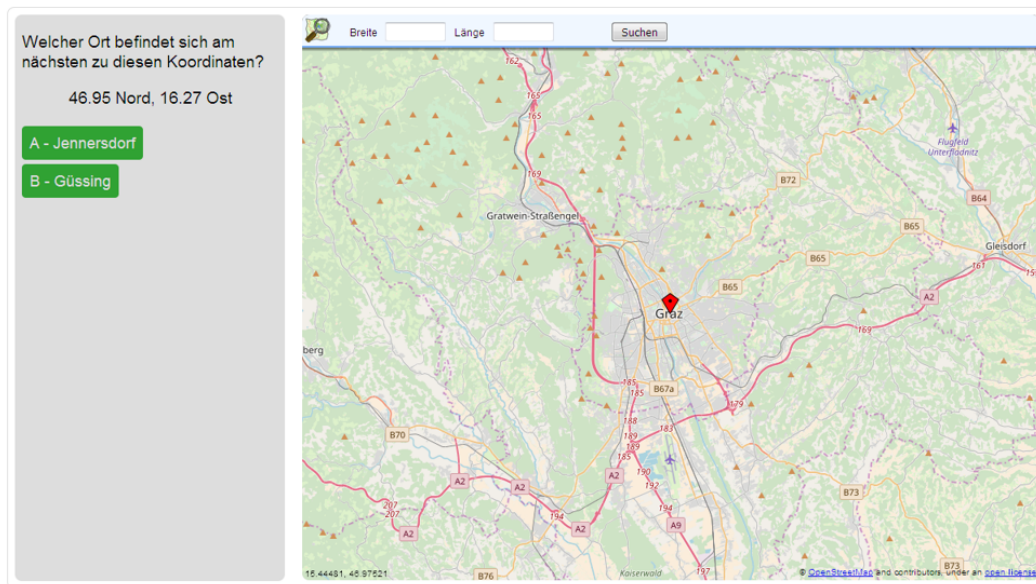
B - Seekirchen am Wallersee



Frageserver @ Graz BCI powered by FrageServer 0.53.20161017 - © 2016 Stefan Feitl

Abbildung 6: Screenshot Fragebeispiel statische Bedingungen
(Quelle: Eigenes Bild)

Bei der zweiten Aufgabe (dynamische Bedingungen, 20 Fragen) haben die Personen eine interaktive Landkarte von OpenStreetMap vor sich. Sie müssen die gegebenen GPS-Koordinaten auffinden (der Ausgangspunkt bei jeder Frage ist die Stadt Graz), indem sie sie in die entsprechenden Felder oberhalb der Landkarte übertragen, die resultierende Karte kognitiv verarbeiten und die dazu gestellte Frage beantworten (siehe Abbildung 7, S. 40).



Fragenserver @ Graz BCI powered by FrageServer 0.53.20161017 - © 2016 Stefan Feitl

Abbildung 7: Screenshot Fragebeispiel dynamische Bedingungen
(Quelle: Eigenes Bild)

6.4. Datenquellen und Datenaufzeichnung

Im Rahmen dieser Arbeit werden die folgenden Datenquellen kombiniert (Test-Setup siehe Abbildung 8, S. 41):

- FrageServer zur Aufzeichnung von Maus- und Tastatur-Aktivitäten
- mobiles EEG-System mit 64 Kanälen²⁰ zur Aufzeichnung der EEG-Aktivitäten
- Eye Tracker²¹ zur Aufzeichnung der Augenbewegungen am Bildschirm

Die von den Datenquellen generierten Daten werden mittels LSL synchronisiert und auf einem (vom FrageServer getrennten) Laptop von einer Instanz des LSL-Servers [17] mit Erweiterungen und Weiterentwicklungen (vgl. [19]) aufgezeichnet.

²⁰ eego sport, ANT-Neuro, Enschede, Niederlande

²¹ RED/SMI Eye Tracking Glasses 2.0, SensoMotoric Instruments GmbH, Teltow, Deutschland



Abbildung 8: Test-Setup mit Laptop, EEG-Haube und Eye Tracker
(Quelle: Eigenes Bild)

6.5. Fazit

Der FrageServer ermöglicht die Synchronisation von verschiedenen Datenquellen mittels LSL und daran anschließend eine gemeinsame, parallele Auswertung der erhobenen Daten.

Eine erste Analyse der Daten von einigen der an der Studie teilnehmenden Personen zeigt, dass für jede Datenquelle entsprechende Timestamps in den Datensätzen erstellt wurden, mit denen sich die Aktivitäten am FrageServer, Daten des Eye Trackers und des EEG-Systems zeitlich übereinanderlegen und analysieren lassen.

Bei den Datensätzen des FrageServers ist die Kennung der jeweils aktuellen Session vorhanden. Die Datensätze bestehen aus der am Bildschirm erfolgten Aktivität und bei Fragen zusätzlich aus der Information, welche Antwort gewählt wurde und ob diese richtig oder falsch war.

Für die EEG-Daten ist gemäß der Theorie der neuralen Effizienz zu erwarten, dass Personen, die die Aufgaben schneller bearbeiten und dabei mehr Fragen richtig beantworten, geringere und stärker fokussierte Aktivitätsmuster in ihren EEG-Daten aufweisen [10].

Um diese Erwartung zu überprüfen, wurden die bei der Bearbeitung der Aufgaben im FrageServer mit LSL erstellten Timestamps herangezogen und stichprobenartig entsprechende Abschnitte aus den EEG-Daten überprüft. Bei Personen, die die Aufgaben schneller bearbeitet und dabei mehr Fragen richtig beantwortet haben, zeigen sich in einer ersten, groben Analyse im Vergleich zu Personen, die die Aufgaben langsamer bearbeitet und dabei mehr Fragen falsch beantwortet haben, tatsächlich reduzierte und stärker fokussierte Aktivitätsmuster.

Eine detailliertere Auswertung der Daten (vgl. Kapitel 7, S. 44) wird zeigen, ob sich belastbare Zusammenhänge aus den EEG-Daten erkennen lassen. Ein Beispiel dafür wären zeitlich und räumlich verteilte Aktivitätsmuster in verschiedenen Gehirnnetzwerken (Okzipitallappen, Parietallappen, Frontallappen), während die Personen eine Frage zur räumlichen Orientierung bearbeiten.



Sie haben ihr Ziel erreicht!



„Ziel erreicht“

Quelle: Trumix / toonpool.com²²

²² https://de.toonpool.com/cartoons/Ziel%20erreicht_138842

7. Diskussion

Die Beschäftigung mit den Standpunkten im Bereich der Soziologie und Psychologie hat gezeigt, dass digitale Technologien und vor allem Smartphones einen starken Einfluss auf das Verhalten (vgl. [2], [6]) und die Leistungen von Menschen ausüben können.

Es ist von Interesse, dass die digitalen Technologien unter anderem zu messbaren Verschlechterungen der Leistungen - vor allem wenn es ums Lernen geht - führen können (vgl. [3], [4], [5]), da Menschen sich leicht durch die vielfältigen Möglichkeiten dieser Technologien ablenken lassen und auch dazu neigen, sich selbst weniger Wissen anzueignen, wenn dieses jederzeit und überall verfügbar ist.

Der Einfluss der digitalen Technologien kann im schlimmsten Fall so weit gehen, dass daraus Ängste wie die FoMO oder die Nomophobie resultieren (vgl. [7]), die dazu führen, dass Menschen auf digitale Technologien - hauptsächlich Smartphones - nicht mehr verzichten können und wollen. Bleibt die Frage was passiert, wenn diese digitalen Technologien einmal aus technischen Gründen kurz- oder auch längerfristig nicht verfügbar sind?²³

Die Erkenntnisse aus der Forschung wurden bei der Gestaltung des Papier-Fragebogens berücksichtigt und nicht nur Wissens-Fragen gestellt, sondern auch der Umgang der Personen mit digitalen Technologien im Allgemeinen und rund um Landkarten im Speziellen - wie GPS und Routenplaner - erfragt, sowie die Häufigkeit mit der sie diese einsetzen.

Daraus kann ein möglicher Einfluss der von den Personen genutzten IS auf ihre Leistungen bei den einzelnen Fragen erkannt werden. Die Ergebnisse des Fragebogens haben gezeigt, dass die teilnehmenden Personen ein breit gestreutes Spektrum an Wissen bzw. Nicht-Wissen über Landkarten und Orientierung im Raum aufweisen. Aufgrund der geringen Zahl an Personen die den Fragebogen ausgefüllt

²³ Als mögliche Gründe für einen Ausfall der digitalen Technologien kommen zum Beispiel Hacker-Angriffe oder ein Sonnensturm in Frage.

und an der Studie im Rahmen des Tests des FrageServers teilgenommen haben, lassen sich daraus jedoch keine allgemeingültigen Aussagen ableiten.

Der Versuch die Eckpunkte eines Tools für neurowissenschaftliche Studien zu definieren hat zur Entwicklung des FrageServers als generisches IS geführt, mit dem neuronale Daten und Verhaltensdaten aus verschiedenen Quellen synchronisiert werden können. Der FrageServer kann daher für viele Fragestellungen bzw. Aspekte aus dem neurowissenschaftlichen Bereich (zum Beispiel Mensch-Maschine-Kommunikation, Vertrauen/Misstrauen, Entscheidungsfindung) eingesetzt werden.

Aufgrund der verwendeten state-of-the-art-Technologien läuft der Client des FrageServers auf beinahe jedem aktuellen Endgerät, das über eine Netzwerk-Verbindung und einen Browser verfügt. Dank der modularen Architektur und dem geplanten und teilweise bereits realisierten Plugin-System können bestehende Module angepasst und leicht neue Module entwickelt werden.

Auf Grundlage der im Rahmen der Arbeit entstandenen Publikation [15] und deren Präsentation im Rahmen des Gmundener Retreat on NeuroIS 2016 hat sich gezeigt, dass in der Forschung starker Bedarf an einem neurowissenschaftlichen IS wie dem FrageServer besteht. Ein wichtiger Aspekt dabei ist die von vornherein im Design des Systems berücksichtigte Barrierefreiheit, die e-Inklusion ermöglicht.

Als nächster Schritt soll der FrageServer in einer mobilen und/oder klinischen Umgebung getestet und dann gemeinsam mit der eingesetzten Hardware (tragbares EEG-System und Eye Tracker) für den Einsatz in diesen Bereichen optimiert werden. Darüber hinaus ist daran gedacht Studien durchzuführen, bei denen die Personen sich frei in der Umgebung bewegen können und dabei Aufgaben bearbeiten.

Außerdem könnte der FrageServer mit geeigneten Plugins dafür genutzt werden, die Art und Schwierigkeit der gestellten Fragen einer Aufgabe „live“ - d.h. während die Aufgabe von einer Person bearbeitet wird - zu variieren. Eine solche Steuerung kann durch ein BCI-Backend erreicht werden, das die mittels LSL aufgezeichneten EEG-

Daten in Echtzeit grob analysiert und darauf basierend entsprechende Befehle an das Plugin im FrageServer schickt.

Der FrageServer wird auch nach Abschluss dieser Arbeit weiterentwickelt²⁴. Je nachdem welche Fortschritte in der Entwicklung erreicht werden und wie sich der Bedarf an diesem System entwickelt ist daran gedacht, den FrageServer Interessenten unter einer open source-Lizenz zur Verfügung zu stellen, die aktuelle Version ist dafür noch nicht umfangreich genug.

Die im Rahmen der Arbeit erhobenen Daten sollen im Detail in einer weiteren Arbeit ausgewertet werden. Dabei wird sich zeigen, ob sich die in dieser Arbeit erhaltenen ersten Ergebnisse bestätigen und ob sich messbare Unterschiede im Wissen und Nicht-Wissen der getesteten Personen im Zusammenhang mit der räumlichen Orientierung ergeben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der FrageServer ein modulares, universell einsetzbares Tool für die neurowissenschaftliche Forschung ist, das es gestattet, Studien - basierend auf einem Frage-Antwort-Schema - unter Einbeziehung von neuronalen Daten und Verhaltensdaten nicht nur im Labor, sondern an jedem beliebigen Ort durchzuführen, sofern dort ein Netzwerk für die Verbindung zum Server und ein kompatibles Endgerät für den Client zur Verfügung stehen.

²⁴ Für Informationen zur jeweils aktuellen Version und den darin verfügbaren Features richten Sie bitte ein Mail an die Adresse frageserver@sciencia.at.

8. Acknowledgements

- Diese Arbeit wurde im Rahmen des **Projekts Moderne (Nicht-)Wissengesellschaft** des Landes Steiermark²⁵ erstellt und teilweise daraus gefördert (ABT08-21624/2014).
- Dank an **Reinhold Scherer** (Institut für Neurotechnologie, TU Graz, Österreich) für die intensive Betreuung im Rahmen der Erstellung dieser Arbeit und seine Geduld während der - aus beruflichen Gründen - langen Dauer der Arbeit.
- Dank an **Selina C. Wriessnegger** (Institut für Neurotechnologie, TU Graz, Österreich) für die fachliche Unterstützung bei der Gestaltung des Fragebogens und bei der Formulierung der Fragestellungen für die Studie im FrageServer.
- Dank an **Nora Wastl** (Studentin im Projekt Moderne (Nicht-)Wissengesellschaft, Karl-Franzens-Universität Graz, Österreich) für die Hilfe mit geeigneter Literatur, um die Begriffe „Wissen“ und „Nicht-Wissen“ umfassend und kompakt definieren zu können.
- Dank an **Christian Kothe** und **David Medine** (Schwartz Center für Computational Neuroscience, UC San Diego, Kalifornien, USA) für Ihren LSL-Support und nötige Anpassungen an LSL für die Einbindung der LSL-Schnittstelle in den FrageServer.
- Dank an **Matthias Schlesinger** (Institut für Neurotechnologie, TU Graz, Österreich) für die Unterstützung bei der Analyse und Verifizierung der LSL-Daten, die im Rahmen der Tests des FrageServers aufgezeichnet wurden.

²⁵ <http://nichtwissengesellschaft.uni-graz.at/>

9. Literatur

- **Artikel in einer Zeitschrift**

- [1] Vasek, T.: Was bedeutet Wissen?; P.M. Magazin, Heft Nr. 09/2015: 84; Hamburg: Gruner & Jahr (2015).
- [2] Oulasvirta, A. / Rattenbury, T. / Ma, L. / Raita, E.: Habits make smartphone use more pervasive; Pers. Ubiquit. Comput. 2012, Vol. 16: 105-114; London: Springer (2012).
- [3] Spitzer, M.: Digital genial?; Nervenheilkunde 2015, Vol. 34: 9-16; Stuttgart: Thieme (2015).
- [4] Sparrow, B. / Liu, J. / Wegner, D.M.: Google Effects on Memory: Cognitive Consequences of Having Information at Our Fingertips; Science, Vol. 333: 776-778; Washington: Science (2011).
- [5] David, P. et al.: Mobile phone distraction while studying; New Media and Society, Vol. 17: 1661-1679; Newbury Park: Sage (2015).
- [6] Timmis, M.A. et al.: The impact of mobile phone use on where we look and how we walk when negotiating floor based obstacles; PloS ONE, Vol. 12(6); Article ID e0179802; San Francisco: PLOS (2017).
- [7] Spitzer, M.: Smartphones, Angst und Stress; Nervenheilkunde 2015, Vol. 34: 591-600; Stuttgart: Thieme (2015).
- [8] Münzer, S.: Immer dem Navi nach, Spektrum Gehirn & Geist, Heft Nr. 09/2015: 20-25; Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft (2015).
- [9] Delorme, A. et al.: EEGLAB, SIFT, NFT, BCILAB and ERICA: New tools for advanced EEG processing; Comput. Intell. Neurosci. 2011; Article ID 130714; London: Hindawi (2011).
- [10] Neubauer, A.C. / Fink, A.: Intelligence and neural efficiency: Measures of brain activation versus measures of functional connectivity in the brain; Intelligence 2009, Vol. 37: 223-229; Amsterdam: Elsevier (2009).

- **Bücher**

- [11] Liessmann, K.P.: Theorie der Unbildung. Die Irrtümer der Wissensgesellschaft.; München & Berlin: Piper (2008).

- [12] Drucker, P.: Was ist Management: Das Beste aus 50 Jahren; München: Econ (2002).
- [13] Porst, R.: Fragebogen - Ein Arbeitsbuch; 2. Auflage; Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften (2009).
- [14] Liepmann, D. / Beauducel, A. / Brocke, B. / Amthauer, R.: Intelligenz-Struktur-Test 2000 R (I-S-T 2000 R); 2. erweiterte und überarbeitete Auflage; Göttingen: Hogrefe (2007).
- **Buchkapitel (AutorIn nicht HerausgeberIn)**

[15] Scherer, R. / Feitl, S. / Schlesinger, M. / Wriessnegger, S.C.: Towards a General-Purpose Mobile Brain-Body Imaging NeuroIS Testbed; In: David F.D. et al. (Hrsg.): Information Systems and Neuroscience - Gmunden Retreat on NeuroIS 2016; Lecture Notes in Information Systems and Organisation: 133-140; DOI 10.1007/978-3-319-41402-7; Basel: Springer Nature (2017).

[16] Wehling, P.: Die Schattenseite der Verwissenschaftlichung. Wissenschaftliches Nichtwissen in der Wissensgesellschaft.; In: Brüsenmeister, T. / Eubel, K.-D. (Hrsg.): Evaluation, Wissen und Nichtwissen: 17-35; Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften (2003).
 - **Internet**

[17] Medine, D. et al.: Lab Streaming Layer Github Repository und Information; <https://github.com/sccn/labstreaminglayer/wiki>; letzter Zugriff: 28.07.2018; archiviert unter <http://www.webcitation.org/71GMI4iaa>.
 - **Sonstiges**

[18] LiKamWa, R.: MoodScope: Building a Mood Sensor from Smartphone Usage Patterns; Masterarbeit, Rice University, Houston, Texas, USA (2012).

[19] Schlesinger, M.: An LSL-based sensor platform for mobile brain imaging, brain-computer interfaces and rehabilitation; Masterarbeit, Technische Universität Graz, Graz, Österreich (2016).