

Konstruktion eines Prototypen für die Untersuchung der menschlichen Kognition

**Seminararbeit zu SEMA_INF im Studiengang BSc INF
2015, ZH5-Mo, FS 19**

von

Olivia Williams

Eingereicht bei:

Dr. Heinrich Zimmermann
Departement Informatik
Dozent SEMA_INF

Referent:

Olivia Williams
Dr. Heinrich Zimmermann

Neuhausen, 29.06.2019

Abstract

Ziel dieser Seminararbeit war es, einen Prototypen in der Weise zu planen, zu konstruieren (System Engineering) und in einer Testumgebung einzusetzen, um einen Teilbereich der menschlichen Kognition genügend genau erfassen zu können. Der zu erfassende Teilbereich der menschlichen Kognition beinhaltet das Gedächtnis, die Problemlösung, den Fokus, die mentale Agilität und die Vorstellungskraft. Anhand jener ausgewählter Tests erhob der Prototyp die Reaktionszeiten und die Fehlerquote aller Probanden. Es hat sich herausgestellt, dass der Prototyp genügend genau jene Daten erfassen konnte, damit überhaupt eine menschliche Kognition erkennbar ist und folglich daraus die Möglichkeit zu Schlussfolgern eröffnet wurde. Des Weiteren wurden die zu erwartenden Resultate mit den erhaltenen Resultaten verglichen. Die zu erwartende kognitive Gewöhnung (aufgrund Wiederholungen reduzieren sich die Reaktionszeiten und die Fehlerquote) und die psychische Ermüdung (je nach Dauer erhöhen sich die Reaktionszeiten und die Fehlerquote, da die Konzentration nicht über sehr lange Zeit aufrechterhalten werden kann) sind teilweise bestätigt worden, sprich die zu erwartenden Resultate sind nicht vollständig repräsentiert vorgefunden. Überraschenderweise haben die eingebauten Ablenkungen (plötzlich erscheinende Formen, die nicht zum Test gehören oder ein abrupter Wechsel im Spieldurchlauf) keine Erhöhung der Reaktionszeiten und Fehlerquote verursacht. Anhand jener Erkenntnisse kann eine sogenannte «individuelle Kognition» formuliert werden. Je nach dem wie der Proband kognitiv bereits geübt (mit Übung ist hier gemeint inwieweit der Proband aufgrund seinen alltäglichen Tätigkeiten bereits Bereiche der Kognition anwendet) ist, ergeben sich daraus auch individuellere Resultate. Aus technischer Sicht lässt sich der Prototyp in Zusammenhang mit der Erfassung der relevanten Daten optimieren, aus kognitionspsychologischer Sicht handelt es sich in dieser Arbeit um einen geringen Anteil, somit lässt es einen Spielraum für weitere Untersuchungen und Spekulationen offen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	1
2	Material und Methoden	2
2.1	Kriterien (Zielbestimmungen).....	2
2.1.1	Muss-Kriterien.....	2
2.1.2	Wunsch-Kriterien	3
2.1.3	Abgrenzungs-Kriterien	3
2.2	Einsatzfeld des Prototypen	4
2.2.1	Zielgruppe und deren Qualifikation.....	4
2.2.2	Physikalische Umgebung und Betriebszeit.....	5
2.3	Übersicht der Tests	5
2.3.1	Partial Match.....	5
2.3.2	Size Counts	6
2.3.3	Must Sort 1 & 2	7
2.3.4	Lost In Migration	7
2.3.5	True Color.....	8
2.3.6	Pyramids.....	8
2.4	Benutzeroberfläche	9
2.4.1	Startseite.....	9
2.4.2	Anleitung «How to play»	9
2.4.3	Übersicht der Testfläche	10
2.5	Funktionale Anforderungen	11
2.6	Beschreibung des Quellcode	12
2.6.1	HTML Grundgerüst	12
2.6.2	Name einholen und festhalten.....	12
2.6.3	Den Test mit «Go» aktivieren.....	13
2.6.4	Reaktionszeiten bestimmen und festhalten	13
2.6.5	Antwortbutton aktivieren.....	14
2.6.6	Speicherbutton aktivieren, Teil1	15
2.6.7	Speicherbutton aktivieren, Teil2	16
2.7	Leistungen.....	16
2.8	Technische Umgebung.....	17
3	Resultat und Analyse.....	18
3.1	Machbarkeit des Prototypen	18
3.2	Untersuchungen	18

3.2.1	Untersuchungen von Partial Match (Gedächtnis)	19
3.2.2	Untersuchungen von Size Counts (Problemlösung)	20
3.2.3	Untersuchungen von MustSort 1 & MustSort 2 (Fokus).....	20
3.2.4	Untersuchungen von Lost in Migration (Fokus)	22
3.2.5	Untersuchungen von True Color (mentale Agilität)	22
3.2.6	Untersuchungen von Pyramids (Vorstellungskraft).....	23
4	Diskussion.....	24
	Abbildungsverzeichnis.....	26
	Literaturverzeichnis.....	27
	Anhang	28

1 Einführung

Das «Hochleistungsrechenzentrum Gehirn» ist wahrlich eine evolutive Meisterleistung der Natur. Tagtäglich werden unzählige Mengen an Informationen über die Sinnesorgane aufgenommen und verwertet. Ob und wie diese Inputs verarbeiten, abgespeichert oder unter den Umständen ein paar wenig einflussreichen Variablen (Intensität der Wahrnehmung, Einflussbereich des Unterbewusstseins, momentane gesteigerte/ reduzierte Aufmerksamkeit oder Motivation aufgrund der chemischen Zusammensetzung der Botenstoffe im Gehirn) wieder in Vergessenheit geraten und somit keiner weiterer Verarbeitung bedarf, ist eine komplexe Angelegenheit und lässt sich so auf Anhieb nicht eindeutig darstellen.

Anhand eines konstruierten Prototypen kann nun ein sehr geringer Anteil dieses in ständig in Wechselwirkung tretenden Organs untersucht werden. Dieser Prototyp ist in seiner Planung, Konstruktion und Anwendung in der Weise gestaltet, um einfache Aussagen über die menschliche Kognition formulieren zu können. Die anschliessend generierten linearen Diagramme können Aufschluss über den bereits erwähnten geringen Prozentsatz der Kognition geben. Eine eingehende Erforschung der Kognitionspsychologie basierend auf den Ergebnissen des Prototypen wird in dieser Arbeit nicht behandelt und ist somit nicht Gegenstand einer intensiveren Auseinandersetzung mit der Thematik¹. Im Fokus liegt also zum einen die Bestätigung des Prototypen, dass jener mit seinem Feinheitsgrad² die aussagekräftigen Daten³ gut genug erheben kann, um daraus schlussfolgern zu können und zum anderen werden die gewonnenen Resultate weiter untersucht. Bei diesen weiteren Untersuchungen handelt es sich um eine Gegenüberstellung von zu erwarteten Resultaten und den tatsächlichen vorgefundenen Resultaten.

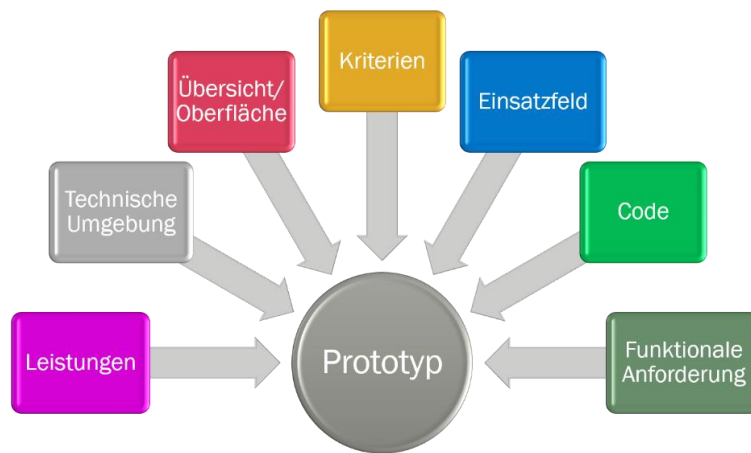
¹ die entsprechenden Hirnareale, die biochemische Zusammensetzung, usw.

² der Prototyp erkennt Reaktionszeiten im Mikrosekundenbereich.

³ hier sind das die Reaktionszeiten und die Fehler.

2 Material und Methoden

In diesem Abschnitt soll der Prototyp geplant und konstruiert werden. Der Leser erhält so ein ganzheitliches Verständnis über dessen Aufbau und Funktionen. Es soll hier darauf aufmerksam gemacht werden, dass jedes dieser Elemente so konstruiert ist, damit diese die aussagekräftige Daten⁴ so gut als möglich erfassen können.



Abbild 1 Elemente des Prototypen

2.1 Kriterien (Zielbestimmungen)

Anhand der formulierten Zielbestimmungen soll der Prototyp einen erste Rahmenumgebung erhalten, indem festgelegt wird, was er beinhalten und soll und was nicht. Anhand dieser Orientierungshilfen bauen darauf die weitere Planung und die nachträgliche Konstruktion auf.

2.1.1 Muss-Kriterien

Der Prototyp beinhaltet einige wenige Funktionen. Aus der Sicht eines Probanden⁵, der die kognitiven Tests absolviert, soll eine Einleitungsseite für den ersten Überblick sorgen. Darin vorhanden sind alle Spiele⁶ mit einer zusätzlichen Anleitung mit der anhand von Hyperlinks zugregiffen werden kann. In der Anleitung wird das Spiel mit Bildern und Text erklärt. Mit einem Back Button gelangt der Proband zur Startseite zurück. Die Spiele selbst beinhalten Buttons, um zum einen das Spiel starten, um eine Antwort zur Tesfrage geben und den

⁴ hier sind das die Reaktionszeiten und die Fehler.

⁵ «Proband» umfasst die männliche wie auch die weibliche Form.

⁶ synonym zu verwenden mit „Test“. Diese Tests werden unter „Übersicht der Tests“ weiter beschrieben.

Status einer Spielrunde speichern zu können. Desweiteren beinhalten die Spiele die eigentlichen Testfragen in Form von Abbildungen, die in geregelten Zeitabständen ausgetauscht werden.

Aus der Sicht eines Entwicklers sollen die Abbildungen zufällig ausgewählt werden, über dessen Auswahl nach dem Betätigen eines Buttons entschieden wird⁷. Die Reaktionszeit wird zwischen dem Betätigen der Buttons erkannt, berechnet und abgespeichert. Ebenfalls sollen die Antworten des Probanden festgehalten werden. Nach dem Beenden eines jeden Spiels sollen die abgespeicherten Elemente (Reaktionszeiten, Antworten) in eine Textdatei exportiert werden.

2.1.2 Wunsch-Kriterien

Die Einleitungsseite soll grafisch einladender gestaltet werden, um den Probanden in einen ersten Motivationsschub versetzen zu können. Die Probanden sollen auch via Link zu den Spielen gelangen, somit wird eine fixe Testumgebung obsolet und es können mehr Probanden erreicht werden. Um ein breites Spektrum an Probanden abzudecken und somit mehr Aussagen über jede Altersgruppe treffen zu können, werden die Spiele altersgerecht entwickelt. Nichtsdestotrotz sollen sehr junge Probanden auch nicht altersgerechte Spiele absolvieren, um deren kognitive Anpassungsfähigkeit⁸ zu überprüfen. Eine eingebaute Rankingliste könnte Einfluss auf die Leistungen der Probanden haben, was eine weitere Untersuchung eröffnen würde. Ein online Kräfteressen unter den Probanden in Form von Echtzeitauswertungen eines Punktestandes eröffnet weitere Interpretationsmöglichkeiten. Allgemein ausgedrückt, mehr Interaktion zwischen den Probanden gäbe weitere interessante zu begutachtende Resultate.

2.1.3 Abgrenzungs-Kriterien

Die Antwort des Probanden soll vom Prototypen nicht automatisch überprüft werden. Dies bedeutet, dass der Prototyp keinen Codeabschnitt enthält, der die Antworten miteinander vergleicht. In den Textdateien geschrieben sind die Reaktionszeiten, welche Testfragen in Form von Abbildungen erscheinen und die eigentlichen Antworten des Probanden. Diese Informationen werden anschliessend manuell in einer Excelliste weiter betrachtet und ausgewertet und schlussendlich in linearen Diagrammen dargestellt. Der Grund für die Auswahl der manuellen Auswertung liegt darin, dass somit mehr aus den Resultaten gelesen

⁷ mehr dazu gibt es bei «Beschreibung des Code».

⁸ bedeutet in diesem Falle, dass ein Kind an die Grenzen seiner kognitiven Fähigkeiten gelangt. Dies könnte ebenfalls Gegenstand der Untersuchung sein.

und darüber diskutiert werden könnte⁹. Die Benutzeroberfläche (abgesehen die Startseite, siehe dazu die WUNSCH-Kriterien) soll einfach gestaltet sein und keinen grafischen „Schnickschnack“ enthalten. Die Idee ist nicht sich mit grafischen Finessen versuchen zu profilieren. Im Fokus liegen die Reaktionszeiten und Fehlerquoten. Zusätzliche Elemente könnten die Resultate verfälschen. So nach dem Motto „Wenn ich nichts mehr weiter weggelassen kann, dann ist das Modell gelungen“.

2.2 Einsatzfeld des Prototypen

Viele denken in Zusammenhang mit dem Prototypen an den Code und die Funktionen. Nicht zu unterschätzen ist auch der Einfluss der physikalischen Umgebung. Ob ich nun einen Test absolviere wenn es -10°C Grad kalt ist oder angenehme 21-23°C Grad, ist erheblich. Desweiteren macht es schon einen Unterschied, ob in der Nähe gerade eine Baustelle kräftig Lärm verursacht oder ich mich in einer ruhigen Bibliothek befinde. Der Prototyp selbst wird von einer definierten Zielgruppe an einem bestimmten physikalischen Ort zu einer bestimmten Zeit angewendet. Dieser Abschnitt stellt die Wichtigkeit der Analyse der erwähnten Punkte dar, die einen erheblichen Einfluss auf die Resultate haben könnten, sollten diese variieren¹⁰.

2.2.1 Zielgruppe und deren Qualifikation

Die Zielgruppe beinhaltet drei Probanden im Alter zwischen 30 und 40 und zwei Probanden zwischen 60 und 70. Die Probanden können eine Maus und einen Browser bedienen, sind der englischen Sprache mindestens im Niveau B2 mächtig. Desweiteren soll darauf Wert gelegt werden, dass die Probanden nicht farbenblind und nicht legasthenisch sind. Ausserdem sollen sie einfache Terme berechnen können, sei dies in Addition, Subtraktion, Multiplikation oder Division. Kurz zusammengefasst sollen die Probanden nebst den technischen Anforderungen gesundheitlich fähig sein, die Tests durchführen zu können.

⁹ wie bereits in der Einführung ausgeführt, liegt der Fokus der Arbeit nicht bei den möglichen Interpretation der Resultate im Feld der Kognitionspsychologie.

¹⁰ was in dieser Arbeit nicht der Fall ist und somit nicht untersucht wird. Die Idee ist wirklich ein Zustand zu schaffen, um Zugang zum geistigen Potenzial zu erlangen. Ob nun eine lärmige Baustelle zu einer erhöhten Konzentration führt oder nicht, bleibt Bestandteil einer Diskussion.

2.2.2 Physikalische Umgebung und Betriebszeit

Die Probanden befinden sich in einem Raum mit $\pm 22^{\circ}\text{C}$, mit einem gelegentlichen¹¹ Geräuschpegel von 55 Dezibel. Der Raum hat eine adäquate Fläche, um keine Beklemmung zu fühlen, hat eine Temperatur, damit keine Kühle oder Hitze empfunden wird und befindet sich mehr oder weniger weit weg von Geräuschen. Dies sind alle Faktoren, die Einfluss auf die Probanden haben könnten. Desweiteren wird auch die Betriebszeit berücksichtigt. Unmittelbar davor hat keine Nahrungsaufnahme¹² stattgefunden und die Probanden befinden sich in keinem ermüdetem Zustand. Zwei der Probanden nehmen die Tests um die Nachmittagszeit von 15:00 bis 17:00 Uhr, zwei weitere Probanden um 18:00 Uhr bis 20:00 Uhr und der letzte Proband um 19:00 Uhr bis 21:00 Uhr. Hierbei handelt es sich um Maximalzeiten, denn eine Zeitbeschränkung ist nicht eingeplant, jedoch gemäss Erfahrungswerten reichen diese aus.

2.3 Übersicht der Tests

In diesem Abschnitt sollen nun die Tests beschrieben werden, die den visuellen Teil der Arbeit ausmachen. Mit den gewonnenen Informationen sollte es anschliessend möglich sein, Aussagen über die menschliche Kognition zu formulieren. Der Prototyp (hier sind die Tests natürlich inklusive) erlaubt es also Mutmassungen anzustellen. Die Gesamtheit der Spiele decken verschiedene Felder der Kognition ab. Untersuchungsgegenstand sind Gedächtnis mit «Partial Match», Problemlösung mit «Size Counts», Fokus mit «Must Sort» und «Lost In Migration», mentale Agilität¹³ mit «True Color» und Vorstellungskraft mit «Pyramids».

2.3.1 Partial Match

In diesem Spiel soll das Gedächtnis überprüft werden. «Partial Match» heisst so viel wie «teilweise übereinstimmend», was auch bereits einer Teilbeschreibung entspricht. Der Proband muss eine Figur mit einer weiteren vergleichen und bestimmen, ob sich diese farblich UND in ihrer Form decken, so wählt er «Yes». «Nein» kommt zum Zuge, wenn WEDER eine Farb- NOCH eine Formübereinstimmung vorhanden ist. Sollten nur die Farben ODER nur die Form gleich sein, so soll «Partly» ausgewählt werden. Der Proband muss anhand

¹¹ gelegentlich bedeutet, dass vereinzelt Fahrzeuge vorbeifahren und somit das Geräusch verursachen.

¹² kann zu Ermüdung führen.

¹³ Wendigkeit, Beweglichkeit, hier eher Anpassungsfähigkeit.

der Buttons eine Wahl treffen, mit dem zum einen seine Antwort, wie auch seine Reaktionszeit erfasst werden kann.

Es handelt sich um Formen, die gut auseinanderzueinanderzählen sind. Die Formen sind wie folgt je in blau, rot und grün. Hier sollen die Formen und einen möglichen Spielzug gezeigt werden:

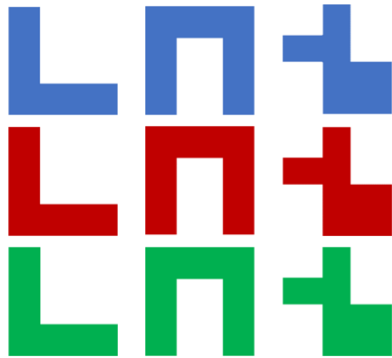


Abbildung 2 Partial Match Formen

Ein möglicher Spielzug könnte sein (wohlgermerkt, Rotationen können vorkommen):



Abbildung 3 Partial Match Spielzug

Resultate: «No», «Partly», «No», «Yes», usw.

2.3.2 Size Counts

In diesem Spiel soll die Problemlösung untersucht werden. Zwei zufällig generierte Terme der Addition, Subtraktion, Multiplikation oder Division sind vertikal auf der Benutzeroberfläche angeordnet. In der Mitte befindet sich ein «Equal», dass angewählt wird, wenn die Terme ein gleiches Ergebnis liefern. Ansonsten soll das Rechteck mit dem höheren Wert gewählt werden.

Ein möglicher Spielzug könnte folgendermassen auftreten:

24 x 1	29 / 28
Equal	Equal
14 - 23	12 / 13

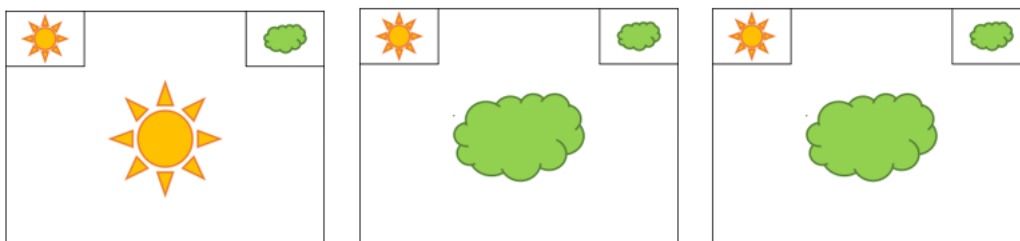
Abbildung 4 Size Counts Spielzug

Resultat: «24 x 1», «29 / 28», usw. (registrieren sie die Schwierigkeit bei der Multiplikation und Division mit Termen, die sich ähneln, hier am zweiten Beispiel klar ersichtlich)

2.3.3 Must Sort 1 & 2

In diesem Spiel soll die Fähigkeit des Fokus auf die Probe gestellt werden. Der Proband muss zwei Symbole nach rechts oder nach links sortieren. In einem ersten Durchgang gibt es eine Unterscheidung von zwei Symbolen in einem zweiten Durchgang eine Untersuchung von drei Symbolen.

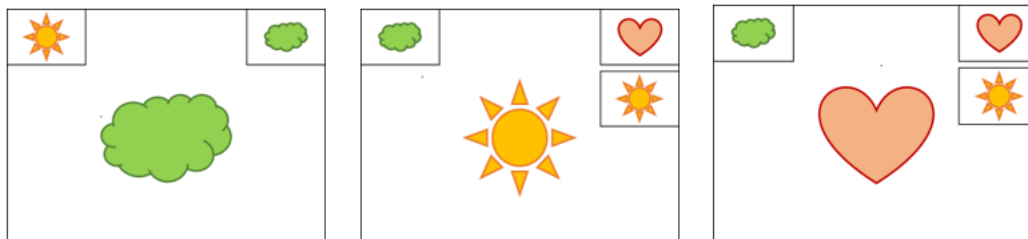
Ein möglicher Spielzug in einem ersten Durchgang könnte folgendermassen auftreten:



Abbild 5 Must Sort 1 Spielzug

Resultat: «Left», «Right», «Right», usw.

Ein möglicher Spielzug in einem zweiten Durchgang könnte folgendermassen auftreten:



Abbild 6 Must Sort 2 Spielzug

Resultat: «Right», «Right», «Right», usw.

2.3.4 Lost In Migration

Auch in diesem Spiel soll die Fähigkeit des Fokus erneut untersucht werden. Der Proband konzentriert sich auf die Konstellation der schwarzen Pfeile. Der Pfeil in der Mitte der Konstellation soll so schnell als möglich erkannt werden.

Ein möglicher Spielzug könnte folgendermassen auftreten:



Abbild 7 Lost In Migration Spielzug

Resultat: «Up», «Right», «Up», usw.

2.3.5 True Color

In diesem Spiel wird die mentale Agilität getestet. Dem Probanden werden zwei Rechtecke mit je einem Textzug präsentiert. Die Bedeutung der oberen Schrift soll als die Farbe der unteren Schrift erkannt werden. Entspricht dies den Tatsachen, so kann der Proband ein «Yes» auswählen. Im anderen Falle ein «No».

Ein möglicher Spielzug könnte folgendermassen auftreten:



Abbild 8 True Color Spielzug

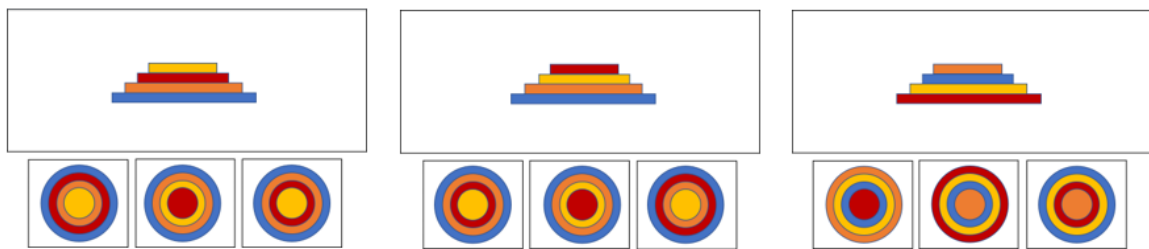
Resultat: «Yes», «No», «No», usw.

2.3.6 Pyramids

In diesem Spiel wird die Vorstellungskraft der Probanden geprüft. In einem ersten Feld soll eine Seitenansicht eines «Turm von Hanoi¹⁴» betrachtet werden. In drei weiteren Rechtecken wird das Konstrukt von oben betrachtet. Eines davon hat dieselbe Reihenfolge wie die Scheiben aus dem ersten Rechteck. Der Proband kann je nach dem eine «1», «2» oder «3» wählen.

Ein möglicher Spielzug könnte folgendermassen auftreten:

¹⁴ der Titel heisst «Pyramids», was hier korrekterweise eigentlich nicht vorliegt. Die zylindrischen Scheiben ähneln eher an einen «Turm von Hanoi».



Abbild 9 Pyramids Spielzug

Resultat: «3, «2», «2», usw.

2.4 Benutzeroberfläche

Den Probanden steht eine einfache Benutzeroberfläche zu Verfügung. Einfachheit ist deshalb von Wichtigkeit, damit der Prototyp keine unnötige Komplexität verursacht und somit die Resultate unverfälscht aufgenommen werden könnten. Einfachheit bedeutet in diesem Falle, keine unnötigen Elemente, die keine Funktion innehaben. Abgesehen von den Test Abbildungen selbst sollen wenige Farben angewendet werden, am besten sollte es sein, sich auf schwarz und weiss zu reduzieren. Diese Art der Formatierung ist visuell am leichtesten zu erkennen und zu verarbeiten, was sich in der Absenz von Missverständnissen wieder spiegelt (bedeutet der Proband muss nicht nachfragen). Desweiteren soll die einfache Gliederung selbstsprechend sein und bedarf keiner intensiveren Überlegungen seitens des Probanden. Wie die Benutzeroberfläche aufgebaut ist, soll in diesem Abschnitt erläutert werden. Um nun den folgenden Text ganzheitlich verstehen zu können, bittet die Verfasserin den Leser die «*mainpage.html*» Seite des Prototypen zu öffnen, die sich im Ordner «*Prototyp*» befindet.

2.4.1 Startseite

Die Startseite präsentiert einen eindeutigen Titel, gefolgt von einer Einleitung. Durchummeiert und untereinander angeordnet sollen die Tests eine einfache Gliederung darstellen. Bei jeder Unterteilung gibt es einen Hyperlink zur Anleitung, was mit «How to play» gekennzeichnet ist und einen weiteren Hyperlink, der den Probanden zum eigentlichen Test führt, was mit «Play» unmissverständlich präsentiert wird.

2.4.2 Anleitung «How to play»

Die Anleitung präsentiert ebenfalls einen Titel des Tests mit einem Subtitel «How to play». Desweiteren liegt eine Auftrennung in «Objective», was mit «Zielsetzung» zu übersetzen ist und «Example», wo ein paar Schritte und die Lösungen demonstriert werden. Am

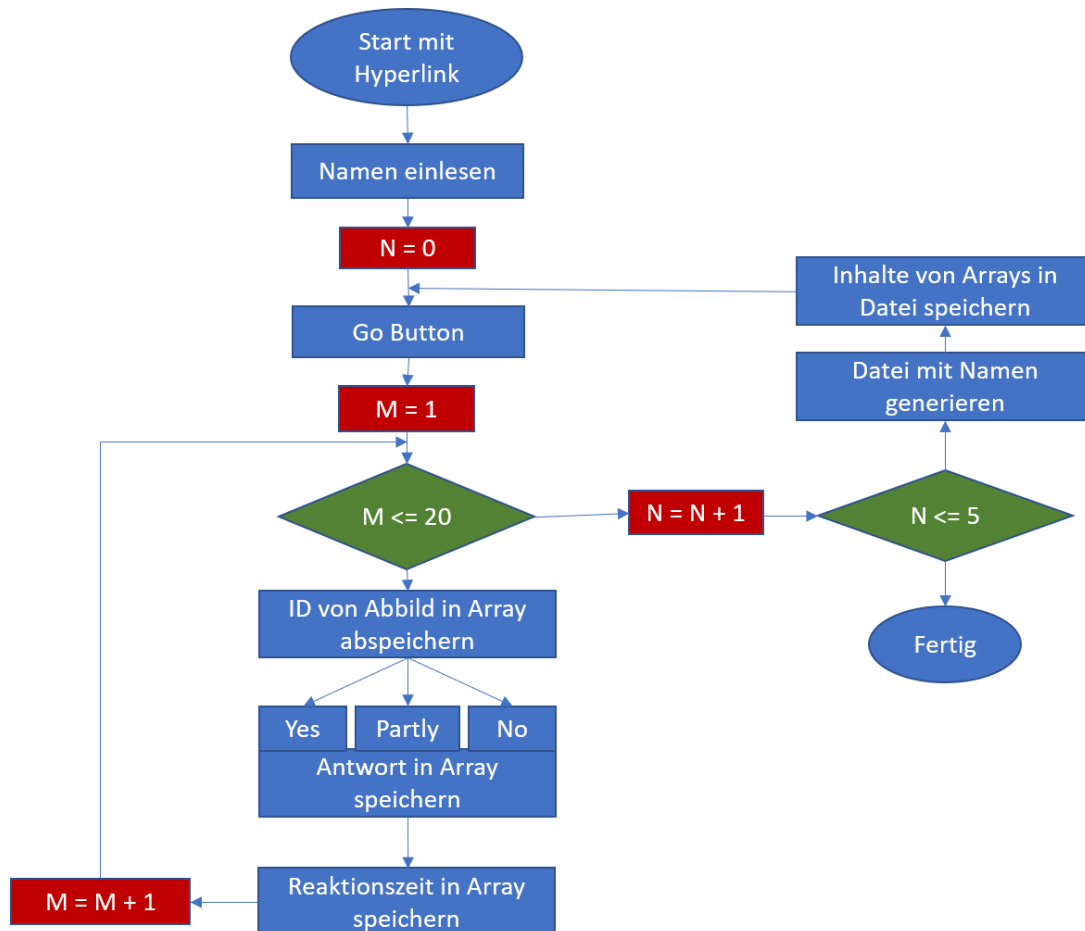
Schluss wird der Proband darüber informiert, wie er das Spiel mit dem Button «Go» beginnen und wie er seinen Spielstatus mit «Submit» für zukünftige Auswertungen abspeichern kann. Mit einem Hyperlink «Back» gelangt der Proband zurück zur Startseite.

2.4.3 Übersicht der Testfläche

Nach der Eingabeaufforderung gelangt der Proband zur Testfläche. In der Mitte des Feldes positioniert erscheinen die Abbildungen. Gleich darunter die Buttons, mit denen der Proband seine Auswahl treffen kann. Je nach Typ des Tests können diese Buttons variieren. Beispielsweise bei «Partial Match» ist die Auswahl «Yes», «No» oder «Partly». Allen Tests gemein sind jedoch die Buttons «Go» und «Submit», mit denen zum einen das Spiel/ Test gestartet werden kann und zum anderen den Spielstand abspeichert. Am Ende der Testreihe grauen die Buttons aus, um das Ende zu signalisieren.

2.5 Funktionale Anforderungen

Mit einem einfachen Flussdiagramm (hier dargestellt ist «Partial Match») können hier die wichtigsten Funktionen illustriert werden. Unter «2.6 Beschreibung des Quellcode» werden diese Elemente detailgetreuer erläutert.



Abbild 10 Flussdiagramm Funktionale Anforderungen

2.6 Beschreibung des Quellcode

Hier soll der Quellcode anhand des Spiels «Partial Match» erläutert werden. Die Erklärung findet in Blöcken statt. Gerne kann der Leser auch den Quellcode in seinem Editor studieren, siehe dazu bitte die Dateien im Ordner «*Prototyp*».

2.6.1 HTML Grundgerüst

```
<body bgcolor=white >

<p align="center">

</p>

<div align="center">
<button id="buttonYes" disabled>YES</button>
<button id="buttonNo" disabled>NO</button>
<br>
<button id="buttonPartly" disabled>PARTLY</button>
<br><br>
<button id="buttonGo" >GO</button>
<button id="submit" disabled>SUBMIT</button>
</div>

<p id="p2"></p>

</body>
```

Abbild 11 HTML Grundgerüst

Hierbei handelt es sich um die HTML Darstellung der Abbildungen und der Buttons «Yes», «No», «Partly», «Go» und «Submit». Diese Elemente haben voneinander einen Minimalabstand, was der Leistung¹⁵ zugute kommen soll. Alle Buttons bis auf «Go» sind zu Beginn deaktiviert, am Spielende werden alle Buttons ausgegraut. Es handelt sich dabei um eine eingebaute Kontrollfunktion, damit der Proband keine ungewollten Resultate produziert. «meinBild» ist der Container für die sich wechselnden Abbildungen, «p2» ist ein Abschnitt, der bei jeder letzten Spielrunde das Ende der Testphase kommuniziert.

2.6.2 Name einholen und festhalten

```
<!-- // prompt name ->
var person = prompt("Please enter your name", "Your name");
```

Abbild 12 Name einholen und festhalten

Der Name wird verlangt, damit die Datei unter jenem Namen erstellt werden kann. So können die Probanden unterschieden werden.

¹⁵ siehe dazu 2.7 Leistungen.

2.6.3 Den Test mit «Go» aktivieren

```
$( "#buttonGo" ).click(function( event ) {

    count=1;
    arraypic.push(1);
    document.getElementById("buttonYes").disabled = false;
    document.getElementById("buttonNo").disabled = false;
    document.getElementById("buttonPartly").disabled = false;
    document.getElementById("buttonGo").disabled = true;
    audio.play()

    a= Math.floor(Math.random() * 36) + 1;
    document.getElementById('meinBild').src = "pic"+a+".gif";
    lastt = event.timeStamp;
    timer = event.timeStamp;

});
```

Abbildung 13 Den Test mit «Go» aktivieren

Sobald der Proband auf «Go» klickt, werden die anderen Buttons aktiviert und der «Go» selbst deaktiviert. Die Deaktivierung des «Go» Button dient als Sicherheitssperre, damit der Proband keine ungünstigen Fälle produzieren kann. Mit `Math.random()` wird aus der Menge der möglichen Abbildungen¹⁶ zufällig eines ausgewählt und mit `getElementById` dargestellt. Desweiteren wird ein Timer gestartet, um die Reaktionszeiten festzuhalten. Dieser wird anschließend mit einem neuen Timer verrechnet, um die Differenz erhalten zu können¹⁷. Der zweite Timer «timer» wird am Ende der Testphase benötigt, um die gesamte Zeit berücksichtigen zu können.

2.6.4 Reaktionszeiten bestimmen und festhalten

```
$( "#buttonYes, #buttonNo, #buttonPartly" ).click(function( event ) { if (lastt) {
    tdiff = event.timeStamp - lastt;
    arraytime.push(tdiff);

    //$( "#p2" ).text( "Time since last event: " + tdiff);

}
else {
    $( "#buttonYes" ).text( "YES" );
    $( "#buttonNo" ).text( "NO" );
    $( "#buttonPartly" ).text( "PARTLY" );
}
    lastt = event.timeStamp;
});
```

Abbildung 14 Reaktionszeiten bestimmen und festhalten

¹⁶ siehe dazu den Abschnitt 2.3.1.

¹⁷ siehe dazu den Abschnitt 2.6.4.

Dieser Codeblock speichert die Reaktionszeiten des Probanden. Sobald der Button angeklickt wird, wird die Zeit bestimmt und mit der vorgegangenen Zeit subtrahiert. Das Ergebnis landet in Array «arraytime».

2.6.5 Antwortbutton aktivieren

```
$( "#buttonYes").click(function( event ) {

    if (count!=20){
        arraypic.push(a);
        arrayanswer.push("Yes");
        audio.play()
        a= Math.floor(Math.random() * 36) + 1;
        document.getElementById('meinBild').src = "pic"+a+".gif";
        count = count+1;
    }

    else {

        arraypic.push(a);
        arrayanswer.push("Yes");
        audio.play()

        document.getElementById("buttonYes").disabled = true;
        document.getElementById("buttonNo").disabled = true;
        document.getElementById("buttonPartly").disabled = true;
        document.getElementById("submit").disabled = false;

        endtimer = event.timeStamp - timer;
    } });
```

Abbildung 15 Antwortbutton aktivieren

Macht der Proband seine Auswahl, so überprüft der Quellcode zuerst, ob es sich um das Ende der Spielrunde handelt oder nicht. Bei einer unbeendeten Spielrunde wird so dem Array «arraypic» die ID¹⁸ der Abbildung übergeben, dem Array «arrayanswer» die Antwort, in diesem Fall «Yes». Mit einem Klickton, hier `audio.play()`, wird der Übergang von einer Abbildung zur nächsten untermalt. Erneut soll mit `Math.random()` eine Abbildung gewählt und mit `getElementbyId` übergeben werden. Sollte es sich um das Ende der Spielrunde handeln, so wird der `else` Abschnitt behandelt. Auch hier wird zuerst die Information der Abbildung und der Antwort in Arrays abgespeichert. Die Buttons werden bis auf «submit» deaktiviert. Der «endtimer» ermittelt die total aufgebrauchte Zeit. So wird auch bei den zwei weiteren Antwortbuttons «No» und «Partly» vorgegangen.

¹⁸ mit ID ist hier gemeint, wie die Abbildung beschriftet ist. Z.B.: `pic1`.

2.6.6 Speicherbutton aktivieren, Teil1

```
$("#submit").click(function( event){
<!-- // alert box ->

alert("This was your " + countGame + " game. ");

if (countGame==5) {

// reduce all times by 100 ms
for (var i = 0; i < arraytime.length; i++) {
temp = arraytime[i];
arraytime[i] = temp-100;}

var myText = arraytime.toString();
var myText2 = arraypic.toString();
var myText3 = arrayanswer.toString();
var url ="save1.php";

$.post(url, { myText: myText, endtimer: endtimer, myText2: myText2,
myText3: myText3, person: person}, function(data){
console.log('response from the callback function: '+ data);
}).fail(function(jqXHR){
alert(jqXHR.status + ' '+jqXHR.statusText+ ' $.post failed!');
});

document.getElementById("buttonYes").disabled = true;
document.getElementById("buttonNo").disabled = true;
document.getElementById("buttonPartly").disabled = true;
document.getElementById("buttonGo").disabled = true;
document.getElementById("submit").disabled = true;
countGame=countGame+1;

$( "#p2" ).text( "You have ended your last game (5). Please use the back" +
"button of your browser and test the next game Size Counts."); }
```

Abbild 16 Speicherbutton aktivieren, Teil 1

Sind fünf Spielrunden durchgeführt, so gelangt das Programm in den «if» Teil. Als erster werden von den Reaktionszeiten 100 ms subtrahiert, da der Wechsel von Abbildung zu Abbildung 100 ms benötigt. In dieser Zeitspanne kann der Proband keine Wahl treffen. In der Datei «save1.php» werden dann die Reaktionszeiten, die Gesamtzeit, die Abbildungen und die Antworten des Probanden Zeile für Zeile festgehalten. Diese Datei trägt den Namen des Probanden, der unter 2.6.2 ja eingegeben wurde. Anschliessend werden alle Buttons deaktiviert, zuunterst erscheint ein Text, der das Ende des Tests signalisiert.

2.6.7 Speicherbutton aktivieren, Teil2

```
<!-- // refresh game -->

    arraytime.length = 0
    arraypic.length = 0
    arrayanswer.length = 0
    document.getElementById("submit").disabled = true;
    document.getElementById("buttonGo").disabled = false;
    document.getElementById('meinBild').src = "pic"+1+".gif";
    lastt = event.timeStamp;
    countGame= countGame+1;

} // end of else
```

Abbild 17 Speicherbutton aktivieren, Teil 2

Sind die fünf Spielrunden noch nicht erreicht, so gelangt das Programm in den «else» Teil. Hier wiederholen sich die Zeilen aus dem Abschnitt 2.6.6, weshalb diese hier in diesem Abschnitt nicht mehr weiter behandelt werden. Alle Daten werden auf gleicher Weise in die Datei geschrieben. Anschliessend werden die Arrays auf null reduziert, damit eine weitere Spielrunde darin gespeichert werden kann. Der «submit» Button wird deaktiviert, der «Go» Button aktiviert und die Abbildung zurückgesetzt. Der Test beginnt von neuem, bis die Anzahl fünf erreicht.

2.7 Leistungen

Die Leistungsmerkmale dienen dazu, den Prototypen so zu gestalten, dass er eine Aufnahme von Reaktionszeiten begünstigt. In diesem Falle bedeutet dies, dass die Klicks auf die jeweiligen Buttons im Millisekundenbereich geschehen kann. Diese Grössenordnung ist ausreichend. Die Buttons selbst sind nahe beieinander, um den Reaktionsweg auf ein Minimum reduzieren zu können. Die Zeit zwischen den Abbildungen von 100 ms ist genügend, um dem Probanden den Wechsel zu signalisieren. Zusätzlich ist dieser Vorgang mit einem einfachen Klickgeräusch aus den Lautsprechern des Notebooks gekoppelt. Ausserdem sind die Abbildungen auf dem Bildschirm des Notebook in ihren Dimensionen mit Bedacht eingestellt. Zu klein und der Sehapparat muss sich zu sehr anstrengen, zu gross und die Abbildungen ragen über den Betrachtungswinkel hinaus. Eine ganzheitliche Aufnahme der Abbildung braucht mehr Zeit. In beiden Fällen hätte der Proband eine erhöhte Reaktionszeit. Desweiteren ist der Text möglichst in schwarz geschrieben und die Hintergrundfarbe in weiss gehalten. Der Kontrast ist dann maximal, das dem Probanden das Lesen vereinfachen soll. Eine ungünstige Auswahl von Farben ist ebenfalls eine Anstrengung für den Probanden. Dies sind die Leistungen, damit kontinuierlich Daten erfasst werden können, um daraus ein Bild der menschlichen Kognition zu gewinnen.

2.8 Technische Umgebung

Bei dem Betriebssystem des Notebooks handelt es sich um Microsoft Windows 10 Pro. Ein beliebiger Browser kann für die Ausführung der Tests angewendet werden. Für die Probanden in diesem Falle handelt es sich um den Browser Microsoft Edge. Damit lassen sich die Seiten des Prototypen öffnen und ebenfalls lässt sich damit der JavaScript Quellcode ausführen. Die XAMPP¹⁹ Entwicklungsumgebung ermöglicht JavaScript mit PHP zu verknüpfen. Es kann eine Datei mit PHP Befehlen generiert und beschrieben werden. Diese Datei wird mit einem relativen²⁰ Pfad auf dem Laufwerk abgelegt.

¹⁹ <https://www.apachefriends.org/de/index.html>

²⁰ relativ bedeutet, dass dort eine Datei abgelegt wird, wo sich der Code für die Generierung von einer Datei befindet. Ein absoluter Pfad würde mit dem Laufwerksnamen beginnen.

3 Resultat und Analyse²¹

3.1 Machbarkeit des Prototypen

Die Planung, Konstruktion und Durchführung der Testphase des Prototypen hat sich bewährt, die erhobenen Daten weisen den Freiheitsgrad²² vor, um daraus weitere Informationen der menschlichen Kognition zu gewinnen. Wie diese Resultate gelesen werden, soll der Leser im nächsten Abschnitt in Erfahrung bringen.

3.2 Untersuchungen

Hier sollen die einzelnen Spielresultate in Diagrammen dargestellt und untersucht werden. Bei jedem Durchgang ist das arithmetische Mittel der Zeiten berechnet und als Repräsentant in dem Diagramm veranschaulicht worden:

Partial Match: 5 Durchgänge à 20 Bilder

Size Counts: 5 Durchgänge à 10 Bilder

Must Sort 1: 5 Durchgänge à 20 Bilder

Must Sort 2: 3 Durchgänge à 70 Bilder

Lost In Migration: 3 Durchgänge à 40 Bilder

True Color: 3 Durchgänge à 30 Bilder

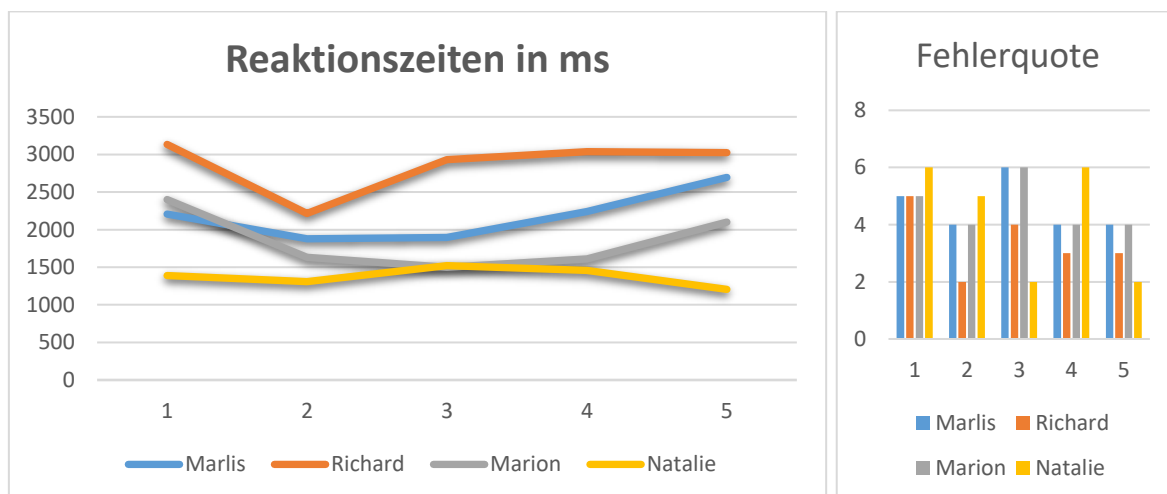
Pyramids: 3 Durchgänge à 20 Bilder

²¹ im IMRAD kann «A» auch für «Analyse» stehen. Siehe dazu die Quellenangabe für mehr Informationen.

²² die Reaktionszeiten variieren in dem Masse, sodass die menschliche Kognition erkannt werden kann. In diesem Falle im Mikrosekundenbereich. Wäre der Timer nicht fein genug eingestellt, würde sich in den Resultaten keine Veränderung widerspiegeln. Ohne Veränderung würde es sich nicht um eine natürliche menschliche Kognition handeln.

3.2.1 Untersuchungen von Partial Match²³ (Gedächtnis)

Abbild 18 Partial Match Reaktionszeiten und Fehlerquote (5 Durchgänge à 20 Bilder)



Erwartungen: Die Reaktionszeiten sind am Anfang höher als bei den restlichen Spielen, da sich der Proband zuerst an den Spielablauf gewöhnen muss. Eventuell entsteht eine Erhöhung beim letzten Durchgang aufgrund einer Ermüdung²⁴ des Probanden. Ebenfalls eine Reduktion der Fehler aufgrund derselben Gründen.

Resultat: Bei den Probanden gibt es beim zweiten Durchgang einen Knick zu sehen, jedoch sind die Unterschiede sehr geringfügig bei Proband «Natalie». Eine Erhöhung am Ende ist bei Proband «Marlis» und «Marion» zu sehen. Die Fehler nehmen ab, beim dritten Durchgang wieder zu und gegen Ende wieder ab. Eine Ausnahme stellt Proband «Natalie» dar, sie nimmt erst beim vierten Durchgang zu. Die Erwartungen werden als nur teilweise erfüllt.

Kommentar: Der merkbliche Unterschied zwischen Proband «Richard» und «Natalie» ist nicht zu übersehen. Was die Beweggründe sein könnten, kann hinterfragt²⁵ werden.

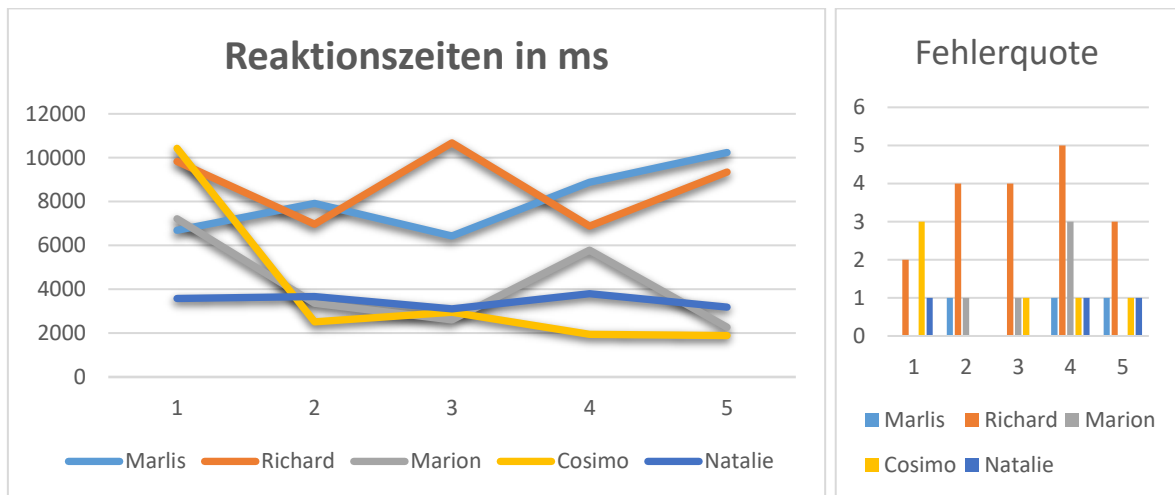
²³ Proband «Cosimo» ist hier weggelassen worden, da er das Spiel nicht verstanden hat.

²⁴ Aufrechterhalten der Konzentration ist nicht auf lange Dauer realisierbar.

²⁵ Proband «Richard» braucht vielleicht mehr Zeit bei der Erkennung von Farben und Formen.

3.2.2 Untersuchungen von Size Counts (Problemlösung)

Abbild 19 Size Counts Reaktionszeiten und Fehlerquote (5 Durchgänge à 10 Bilder)



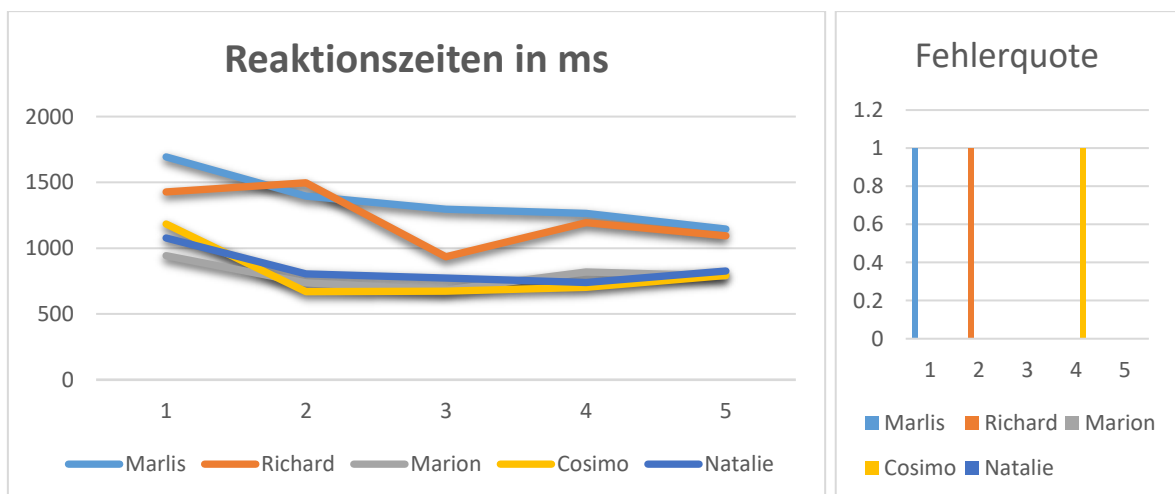
Erwartungen: «Peaks» in den Reaktionszeiten beim Vergleich von ähnlichen Termen, siehe dazu Abschnitt 2.3.2.. Ein zu erwartetes Muster in der Reaktionszeiten und der Fehlerquote ist nicht zu erwarten, da die Terme zufällig generiert werden.

Resultat: Bei Proband «Richard» und «Marion» sind beim dritten und vierten Durchgang «Peaks» zu sehen, danach ein Abfall. Es handelt sich wohl um einen Vergleich von schwierigen Termen, gefolgt von einfacheren Termen, die schneller verglichen werden können. Die Erwartungen werden erfüllt, kein Muster ist zu erkennen.

Kommentar: Proband «Richard» hat viele schwierige Terme erwischt, das widerspiegelt sich in der Fehlerquote. Proband «Natalie» ist entweder sehr gut im Vergleich auch bei schwierigen Termen oder hat durchgängig einfache Terme generiert bekommen.

3.2.3 Untersuchungen von MustSort 1 & MustSort 2 (Fokus)

Abbild 20 Must Sort 1 Reaktionszeiten und Fehlerquote (5 Durchgänge à 20 Bilder)

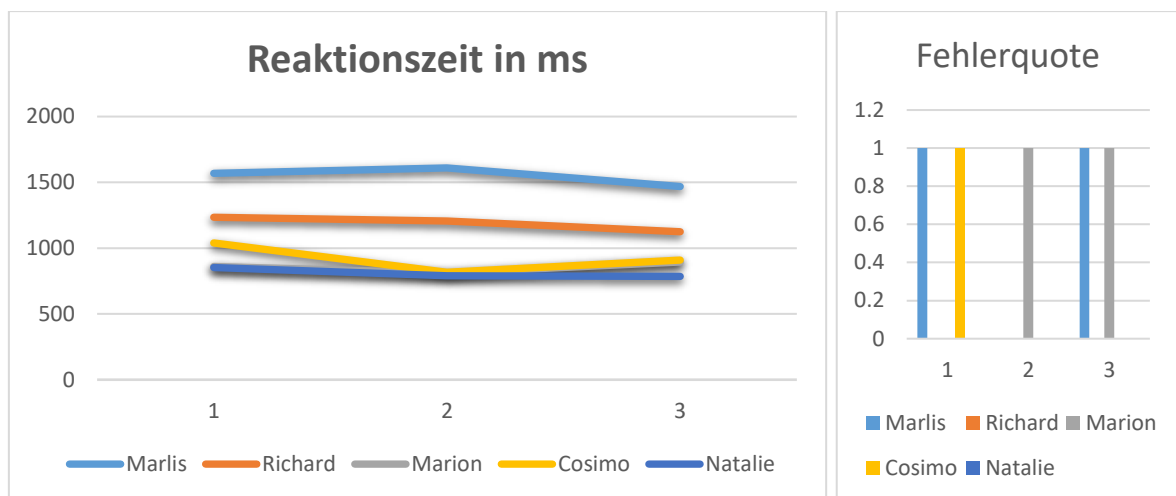


Erwartungen: Aufgrund der geringen Komplexität, wird eine geringe Fehlerquote erwartet. Die Reaktionszeiten sollen im Verlauf der Durchgänge abnehmen, da sich der Proband an den Spielverlauf gewöhnt.

Resultat: Die Fehlerquote ist tatsächlich sehr gering, Proband «Natalie» und «Marion» haben keine Fehler. Bei Proband «Marlis» nehmen die Reaktionszeiten mit dem Verlauf ab. Bei den anderen Probanden kann dies in dieser Weise nicht festgestellt werden. Die Erwartungen sind also teilweise erfüllt.

Kommentar: Proband «Richard» tendiert zu Sprüngen²⁶.

Abbild 21 Must Sort 2 Reaktionszeiten und Fehlerquote (3 Durchgänge à 70 Bilder)



Erwartungen: «Peak» in den Reaktionszeiten aufgrund eingebauter «Monotoniefalle»²⁷ und dem plötzlichen Erscheinen einer dritten Kategorie gegen Ende.

Resultat: Die eingebaute «Monotoniefalle» hat keine Erhöhung verursacht, die Fehler sind nicht an dieser Stelle verursacht worden. Die Probanden sind unbeirrt weitergefahren. Das Erscheinen einer dritten Kategorie hat kaum einen merklichen Unterschied bewirkt.

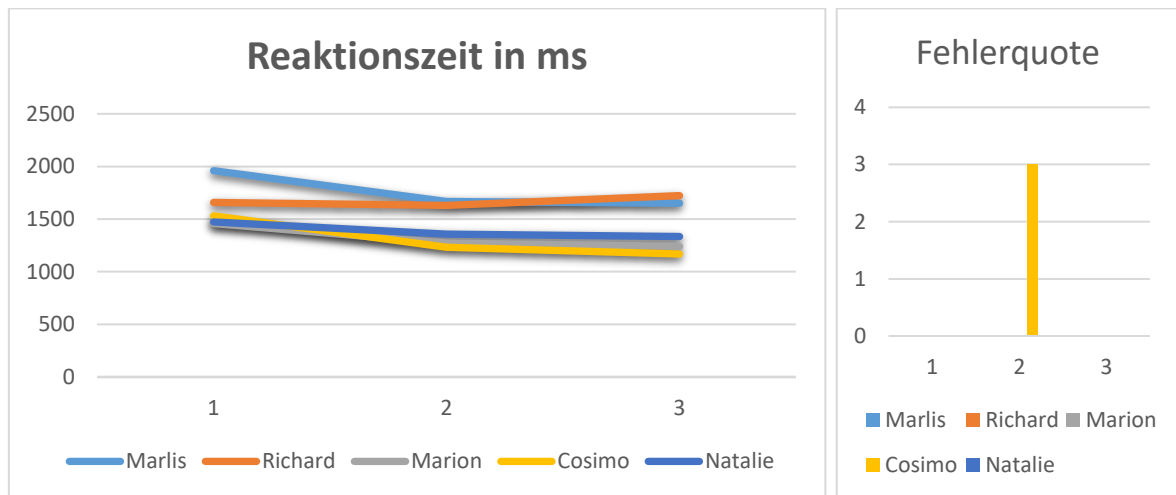
Kommentar: Insgesamt gesehen haben die Probanden gut abgeschnitten, da sie mit den Schwierigkeiten sehr gut umgegangen sind.

²⁶ bei Durchgang 3 könnte dies ein «Konzentrationschub» sein, der bei Durchgang 4 wieder abnimmt.

²⁷ die Wolke erscheint viele Male nacheinander, was eine Gewöhnung bewirken soll. Mit einem abruptem Wechsel zur Sonne soll der Proband momentan verwirrt werden.

3.2.4 Untersuchungen von Lost in Migration (Fokus)

Abbild 22 Lost in Migration Reaktionszeiten und Fehlerquote (3 Durchgänge à 40 Bilder)



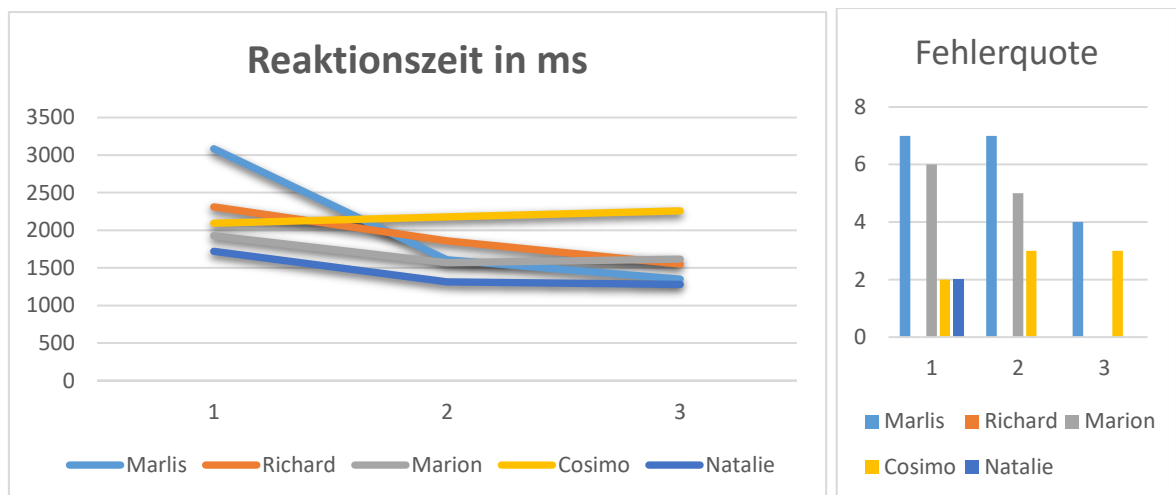
Erwartungen: Eine erhöhte Reaktionszeit aufgrund dem eingebauten Farbfehler²⁸.

Resultat: Der eingebaute Farbfehler hat keine Erhöhung der Reaktionszeit verursacht.

Kommentar: Die Probanden kommen sich bei diesem Spiel im Intervall 1500 bis 2000 nahe, Proband «Cosimo» hat als einziger Fehler verursacht. Grundsätzlich kann eine Beständigkeit erkannt werden.

3.2.5 Untersuchungen von True Color (mentale Agilität)

Abbild 23 True Color Reaktionszeiten und Fehlerquote (3 Durchgänge à 30 Bilder)



Erwartungen: Aufgrund der Komplexität des Spiels, werden im Verlauf die Reaktionszeiten abnehmen, ebenso die Fehlerrate. Es handelt sich hierbei also um eine Gewöhnphase. Im

²⁸ plötzlich erscheinen in der Abbildung Farben und Formen, die den Probanden ablenken sollen. Diese können im Ordner «lostinmigration» unter pic3.gif, pic4.gif, pic11.gif, pic12.gif eingesehen werden.

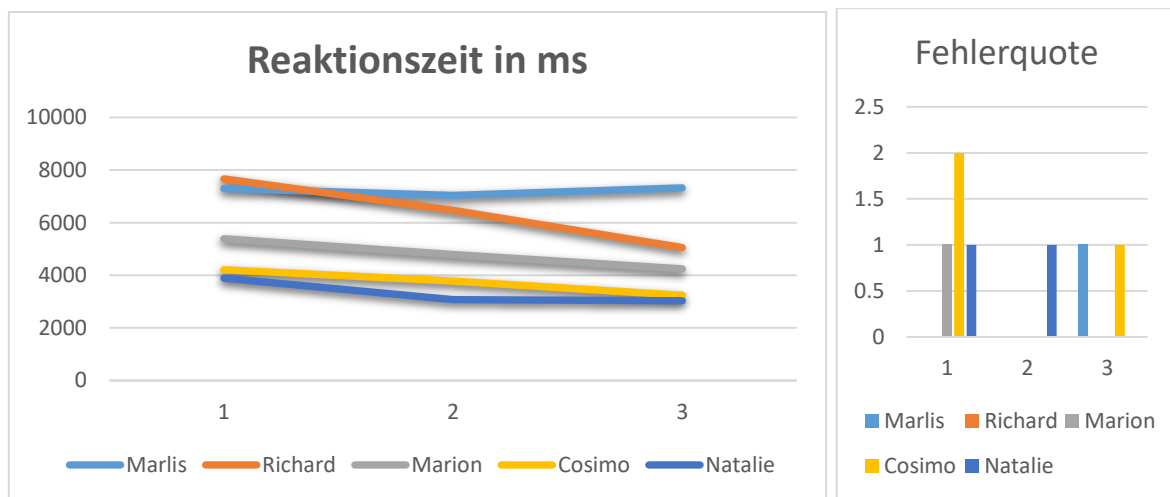
dritten Spieldurchgang könnte mit einer Erhöhung der Reaktionszeiten und Fehlerrate gerechnet werden, da der Proband ermüdet.

Resultat: Abgesehen von Proband «Cosimo» nehmen die Reaktionszeiten und Fehlerquote ab. Im dritten Durchgang ist bei Proband «Cosimo» eine Erhöhung zu beobachten, was einer Ermüdung entsprechen könnte. Da der Unterschied jedoch minimal ist, kann diese Erwartung auch verworfen werden. Die Erwartungen sind teilweise erfüllt.

Kommentar: Es ist interessant zu sehen, wie sich die Probanden, abgesehen von «Cosimo» nahe kommen. Weiter kann hinterfragt werden, weshalb Proband «Marlis» am Anfang mehr Zeit braucht und auch deutlich mehr Fehler verursacht.

3.2.6 Untersuchungen von Pyramids (Vorstellungskraft)

Abbild 24 Pyramids Reaktionszeiten und Fehlerquote (3 Durchgänge à 20 Bilder)



Erwartungen: Aufgrund der Berücksichtigung von mehreren Farben gekoppelt mit zwei unterschiedlichen Perspektiven, sind die Reaktionszeiten deutlich höher als bei den anderen Tests. Auch hier wird eine Abnahme der Reaktionszeiten und der Fehler aufgrund einer Gewöhnphase erwartet.

Resultat: Die Zeiten sind deutlich höher²⁹. Bei Proband «Richard» könnte die Gewöhnphase gelesen werden. Die Erwartungen sind also nur teilweise erfüllt.

Kommentar: Sich Zeit lassen widerspiegelt sich in den geringen Fehlern wieder. Proband «Natalie» ist zwar sehr schnell hat jedoch dadurch auch mehr Fehler.

²⁹ vier Farben erkennen scheint kognitiv anspruchsvoll zu sein.

4 Diskussion

Eine interessante Erkenntnis handelt von den eingebauten «Fallen» in den Tests «Must Sort2» und «Lost in Migration». Die abrupte Änderung in «Must Sort2» hat bei keinem der Probanden einen merklichen Anstieg der Reaktionszeiten verursacht. Der erwartete Verwirrungszustand ist ausgeblieben. Ebenfalls in «Lost in Migration» sind die eingebauten Farben und Formen registriert worden, jedoch habe auch diese keine Verwirrung hervorgerufen.

Die Stärke des Prototypen liegt darin, dass er im Millisekundenbereich die Reaktionen der Probanden aufnehmen kann. Eine Schwäche des Prototypen, was hier auch mit einer Modellvereinfachungen³⁰ gleichgestellt werden kann, sind die motorischen Bewegungen die notwendig sind, um eine Auswahl der Antwortbuttons treffen zu können. Die Maus durch ein Touchscreen zu ersetzen ist eine weitere Variante. Der Quellcode selbst könnte zusätzlich untersucht werden, ob es eine Optimierungsmöglichkeit gibt, um beim Speichern der Antworten und Abbildungen in ein Array und der Generierung von einer neuen Abbildung Zeit einzusparen. Desweiteren würde der Einbau von einer Zeitbegrenzung andere Resultate liefern. Eventuell könnte dies als Ansporn dienen und die Reaktionszeiten und Fehlerquote reduzieren. Wie stark so die Konzentration zunehmen kann und auch aufrechterhalten ist, wäre eine weitere Untersuchung wert. Ein weiterer Einfluss wäre die Erstellung einer Rankingliste. Die Probanden könnten sich untereinander vergleichen, was einen Motivationsschub entspricht. Eingebaute Nachrichten, die Lob oder Kritik an den Probanden ausüben, könnten auf suggestiver Ebene auch Einfluss auf die Resultate haben. Auch eine Variation der physikalischen Umgebung und Betriebszeit, Berücksichtigung des Alters und der ethnischen Zugehörigkeit könnte eine Weiterentwicklung des Prototypen darstellen. Der Leser erkennt nun, wie umfangreich ein solcher Prototyp sein kann.

Es stellt sich heraus, dass die gewonnenen Resultate durch den Prototypen mehr Fragen aufwerfen als beantwortet werden können. Teilweise werden die Erwartungen erfüllt, teilweise nicht. «Lost in Migration» ist bei den Probanden am besten durchgeführt worden, es sind wenige Fehler aufgetreten und die Reaktionszeiten schwanken nicht kräftig. Warum der Test «Fokus» so viel besser absolviert wird, kann Gegenstand einer weiteren Untersuchung sein. Der Leser selbst hat vielleicht beim Betrachten und dem Studieren der Diagramme die Probanden verglichen und dabei selbst bereits Fragen formulieren können.

³⁰ Faktoren, die mit der eigentlichen Reaktion des Probanden zuaddiert werden. Die Vereinfachung wird in dieser Seminararbeit akzeptiert, da es nicht die Motivation der Verfasserin gewesen ist, 100% Genauigkeit erreichen zu können. Auch mit diesen wenigen Faktoren können Aussagen getroffen werden, ohne dabei die Resultate in einem hohen Masse zu verfälschen.

Allegemein können aus den verschiedenen Bereichen die überprüft wurden, also Gedächtnis, Problemlösung, Fokus, mentale Agilität und Vorstellungskraft Fragen formuliert werden. Warum sind beim «Partial Match», also der Überprüfung des Gedächtnis so viele Fehler entstanden? Warum ist bei «Size Counts» es so viel schwieriger ähnliche Terme auseinander halten zu können, was zu den erwähnten «Peaks» führt? Warum brauchen die jüngeren Probanden bei «Must Sort1 & 2» weniger Zeit als die älteren Probanden? Warum verursacht der eine oder andere Proband bei «True Color» so viel mehr Fehler und der eine gar keine und ist dabei noch schneller bei der Auswahl? Warum brauchen bei «Pyramids» alle Probanden viel mehr Zeit bei der Auswahl? Allgemein kann gesagt werden, dass eine individuelle Kognition vorliegt. Was bedeutet dies? Die Erwartungen sind deshalb bei den Probanden nicht zu 100% vertreten, weil es darauf ankommt, wie die Kognition des Probanden geformt ist. Welchen Beruf befolgt er/sie? Muss er/sie sich dabei sehr konzentrieren, fokussieren, sich neu erfinden, immer wieder etwas Neues erlernen? Ist der Proband allgemein motiviert oder doch eher bequem? Ist er/sie vielleicht überarbeitet oder unterfordert? Es sind Faktoren, die die Kognition verändern könnten und somit Einfluss auf das Endresultat nehmen. Dieser individueller Faktor steuert folglich eine wesentliche Rolle bei. Aus der Sicht der Kognitionspsychologie handelt es sich hierbei um die Spitze des Eisbergs, einiges mehr könnte hinterfragt, begründet und erklärt werden.

Abbildungsverzeichnis

ABBILD 1 ELEMENTE DES PROTOTYPEN	2
ABBILD 2 PARTIAL MATCH FORMEN	6
ABBILD 3 PARTIAL MATCH SPIELZUG	6
ABBILD 4 SIZE COUNTS SPIELZUG	6
ABBILD 5 MUST SORT 1 SPIELZUG	7
ABBILD 6 MUST SORT 2 SPIELZUG	7
ABBILD 7 LOST IN MIGRATION SPIELZUG	8
ABBILD 8 TRUE COLOR SPIELZUG	8
ABBILD 9 PYRAMIDS SPIELZUG	9
ABBILD 10 FLUSSDIAGRAMM FUNKTIONALE ANFORDERUNGEN	11
ABBILD 11 HTML GRUNDGERÜST	12
ABBILD 12 NAME EINHOLEN UND FESTHALTEN	12
ABBILD 13 DEN TEST MIT «GO» AKTIVIEREN	13
ABBILD 14 REAKTIONSZEITEN BESTIMMEN UND FESTHALTEN	13
ABBILD 15 ANTWORTBUTTON AKTIVIEREN	14
ABBILD 16 SPEICHERBUTTON AKTIVIEREN, TEIL 1	15
ABBILD 17 SPEICHERBUTTON AKTIVIEREN, TEIL 2	16
ABBILD 18 PARTIAL MATCH REAKTIONSZEITEN UND FEHLERQUOTE (5 DURCHGÄNGE À 20 BILDER)	19
ABBILD 19 SIZE COUNTS REAKTIONSZEITEN UND FEHLERQUOTE (5 DURCHGÄNGE À 10 BILDER)	20
ABBILD 20 MUST SORT 1 REAKTIONSZEITEN UND FEHLERQUOTE (5 DURCHGÄNGE À 20 BILDER)	20
ABBILD 21 MUST SORT 2 REAKTIONSZEITEN UND FEHLERQUOTE (3 DURCHGÄNGE À 70 BILDER)	21
ABBILD 22 LOST IN MIGRATION REAKTIONSZEITEN UND FEHLERQUOTE (3 DURCHGÄNGE À 40 BILDER)	22
ABBILD 23 TRUE COLOR REAKTIONSZEITEN UND FEHLERQUOTE (3 DURCHGÄNGE À 30 BILDER)	22
ABBILD 24 PYRAMIDS REAKTIONSZEITEN UND FEHLERQUOTE (3 DURCHGÄNGE À 20 BILDER)	23

Literaturverzeichnis

Induux, the industry Platform. (2019): Pflichtenheft – Zweck, Inhalt, Aufbau, <https://wiki.induux.de/Pflichtenheft> [15.06.2019].

SØK & SKRIV. (2017): The IMRaD format, <https://sokogskriv.no/en/writing/structure-and-argumentation/the-imrad-format/> [15.06.2019].

The VCG. (2019): How to Organize a Paper: The IMRad Format, <https://thevisualcommunicationguy.com/writing/how-to-organize-a-paper/how-to-organize-a-paper-the-imrad-format/> [15.06.2019].

studi-lektor.de. (unbekanntes Erscheinungsjahr): Abstract schreiben, <https://studi-lektor.de/tipps/bachelor-thesis/abstract-schreiben.html> [15.06.2019]

Ideen für die Gestaltung der Testobjekte:

PEAK. (unbekanntes Erscheinungsjahr): Play smarter, <https://www.peak.net/> [15.06.2019]

Lumosity. (2007): Entdecken Sie die Möglichkeiten Ihres Gehirns, <https://www.lumosity.com/de/> [15.09.2019]

Anhang

1. Ganzer Prototyp mit der Startseite im Ordner **Prototyp: mainpage.html**
2. Die Zeiten und Ergebnisse der Probanden für jeden Test im Ordner: **Zeiten_Ergebnisse**
3. Zusammenfassung der Zeiten (arithmetisches Mittel) der Probanden und die graphische Darstellung der Ergebnisse im Ordner: **Numbers_and_Graphs**

Alle Inhalte befinden sich im gezippten Ordner **Prototyp_Olivia_Williams!**