

Memo Palace

Design und Evaluation einer mobilen
Lernanwendung basierend auf der Loci-Methode

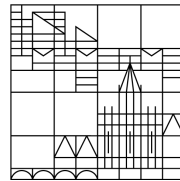
Bachelorarbeit

vorgelegt von

Jonathan Wieland

an der

Universität
Konstanz



AG Mensch-Computer Interaktion

Fachbereich Informatik und Informationswissenschaften

- 1. Gutachter:** Prof. Dr. Harald Reiterer
- 2. Gutachter:** Prof. Dr. Daniel A. Keim

Konstanz, im Jahr 2016

Copyright © 2016 Jonathan Wieland

AG MENSCH-COMPUTER INTERAKTION, UNIVERSITÄT KONSTANZ

HCI.UNI-KONSTANZ.DE

Die vorliegende Arbeit wurde in der Zeit von Februar bis April 2016 verfasst. Sie entstand unter der Betreuung von Jens Müller.

Gedruckt im April 2016.

Abstract - Kurzzusammenfassung

Memo Palace: Design and Evaluation of a Mobile Learning Application Based on the Method of Loci

The Method of Loci is a learning technique that was already known in ancient times. It is used for memorizing extensive learning contents by associating the items to be learned with places (*loci*) in the imagination. The formation of the method is already well investigated and also its effectiveness has been demonstrated more than once. However, applying the method can be a demanding task, especially at the beginning of its usage. With the aim to reduce the initial mental effort, the mobile application *Memo Palace* was developed in three different Versions, which provide different degrees of support during the usage of the method: 1) The version *Spatial Loci* offers a visual representation of the *loci* using a photosphere. Additionally, interaction and navigation are realized using spatial input. 2) *Panning Loci* has no visual differences to *Spatial Loci*. Spatial input, however, is replaced with panning. 3) *No Loci* serves as baseline and therefore no photosphere is used and the user has to rely on his imagination. In an in-the-wild study with 24 participants the three versions were analyzed concerning effectiveness, behavior patterns and perceived system support. Based on the results and their discussion conclusions are drawn and a set of design recommendations for future applications is provided.

Memo Palace: Design und Evaluation einer mobilen Lernanwendung basierend auf der Loci-Methode

Bei der Loci-Methode handelt es sich um eine Lernmethode, die bereits in der Antike bekannt war. Sie dient dem Einprägen und Erinnern umfangreicher Lerninhalte. Dafür werden die Dinge, die gelernt werden sollen, in der Vorstellung mit Orten (*loci*) assoziiert. Die Gestaltung der Methode ist bereits sehr gut erforscht und auch ihre Effektivität wurde mehrfach gezeigt. Allerdings kann die Methode besonders zu Beginn der Anwendung mental sehr fordernd sein. Mit dem Ziel, die Einstiegshürde der Loci-Methode herabzusetzen, wurde die mobile Lernanwendung *Memo Palace* in drei verschiedenen Versionen entwickelt, die eine unterschiedlich starke Unterstützung bei der Anwendung der Methode bieten: 1) In der Version *Spatial Loci* kommen Fotosphären zur Visualisierung der *loci* zum Einsatz. Außerdem erfolgt die Interaktion und Navigation mittels räumlicher Eingabe. 2) *Panning Loci* unterscheidet sich visuell nicht von der Version *Spatial Loci*. Allerdings wird hier die räumliche Interaktion durch *Panning* ersetzt. 3) *No Loci* wurde als Kontrollbedingung implementiert und es wird deshalb keine Fotosphäre verwendet; d.h. der Nutzer ist bei der Anwendung der Loci-Methode auf seine Vorstellungskraft angewiesen. In einer *In-The-Wild*-Studie mit 24 Teilnehmern wurden die drei Versionen hinsichtlich Effektivität, Verhaltensmustern und wahrgenommener Systemunterstützung untersucht. Auf Grundlage der Ergebnisse und ihrer Diskussion werden Schlussfolgerungen abgeleitet und Designempfehlungen für zukünftige Anwendungen abgegeben.



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Grundlagen & Verwandte Arbeiten	9
2.1	Forschung zur Loci-Methode in der Psychologie	9
2.2	Forschung zur Loci-Methode in der Mensch-Computer Interaktion	18
2.3	Räumliche Eingabe als Interaktionstechnik	22
2.4	Fazit und Hypothese	26
3	Studienprototyp „Memo Palace“	27
3.1	Anforderungen	27
3.2	Umsetzung	28
4	Durchführung der Studie	34
4.1	Forschungsfragen, Variablen und Operationalisierung	34
4.2	Studiendesign	35
5	Ergebnisse, Diskussion & Schlussfolgerungen	39
5.1	Effektivität	39
5.2	Wahrgenommene Systemunterstützung	41
5.3	Verhaltensmuster	44
5.4	Diskussion und Einschränkungen	47
5.5	Designempfehlungen für zukünftige Anwendungen	50
6	Zusammenfassung & Ausblick	54

7	Literatur-, Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	57
8	Anhang	62



1. Einleitung

„It is in the nature of the mind to forget and in the nature of man to worry over his forgetfulness. Forgetfulness is the constant thorn in the side of the scholar and the scientist, the bane of every student’s existence.“

– Bower [1]

Vergessen gehört zu der Natur des Menschen. Seit Anbeginn der Zeit wurden deshalb viele Methoden entwickelt, um dem entgegenzuwirken und die eigene Gedächtnisleistung zu verbessern [1]. Die vielleicht prominenteste und einflussreichste dieser Techniken ist die über 2000 Jahre alte Loci-Methode, mit der bereits die alten Griechen und Römer lange Reden auswendig lernten [2]. Da die Methode leicht zu erlernen und sehr effektiv ist, wird sie aber auch heute noch von vielen Gedächtnissportlern verwendet [3]. Es handelt sich um eine Mnemotechnik, die dem Einprägen und Abrufen von Lerninhalten in ihrer Reihenfolge dient. Nach der Beschreibung von Yates [2], die einen umfassenden Überblick über die Gedächtniskunst von Aristoteles bis Shakespeare gibt, besteht sie aus zwei Elementen. Dem Erstellen von mentalen Bildern der Lerninhalte, also der Dinge, die erinnert werden sollen und den Orten (lateinisch *loci*, Sg. *locus*), an welche diese Bilder geheftet werden. Den Zusammenhang beider Elemente beschreibt Bower [1] wie folgt:

„The prescription for memorizing a series of items is (a) first to memorize a list of memory snapshots of locations arranged in a familiar order; (b) to make up a vivid image representing, symbolizing, or suggesting each of the items of information that is to be learned and to associate them one by one with the corresponding imaginary locations in memory. The associations are to be established by mentally visualizing the image of the items placed into the imaginary context of the location snapshots.“

– Bower [1]

Will man sich also eine Reihe von Lerninhalten mit der Loci-Methode einprägen, stellt man sich zunächst eine Umgebung mit verschiedenen *loci* vor. Das kann z. B. die eigene Wohnung, der Arbeitsweg oder auch der Level eines Computerspiels sein. Anschließend transferiert man auch

die Lerninhalte in geistige Bilder und malt sie sich vor seinem geistigen Auge aus. Die Bilder der Lerninhalte werden jetzt mit *loci* in der Umgebung verknüpft. Mit einer Route verbindet man anschließend die *loci* und bringt sie dadurch in eine Reihenfolge. In Gedanken geht man diese Route immer wieder durch und prägt sich dabei die *loci* im Verbund mit den assoziierten Bildern ein. Die Lerninhalte können dadurch dauerhaft gespeichert werden. Will man zum Beispiel in einer Prüfungssituation die Lerninhalte wieder abrufen, muss man nur die Route erneut in Gedanken durchgehen. Es fällt dann nicht schwer, die Lerninhalte über die *loci* und die gedanklichen Bilder wieder abzurufen. Anhand eines Beispiels soll die Anwendung der Loci-Methode noch einmal verdeutlicht werden: Es sollen die 26 Begriffe des ägyptischen Hieroglyphenalphabets auswendig gelernt werden. Die ersten vier sind „Schilfrohr“, „Geier“, „Kobra“ und „Bein“. Abbildung 1.1 ① zeigt die Umgebung, die man sich dafür vorstellen könnte. In ihr sucht man nach passenden *loci* für die Begriffe. Bei dem Schilfrohr könnte man sich vorstellen, dass es bei der Pflanze wächst. Der Geier könnte auf dem Balken sitzen und von dort auf das Zimmer herabstarren. Die Kobra hat sich unter dem Bett verkrochen und das Bein passt gut zu den Stuhlbeinen des Drehstuhls. In Abbildung 1.1 ② ist die Route zu erkennen, entlang der man sich die *loci* mit den Bildern einprägen könnte. Beim Abrufen der *loci* folgt man einfach erneut dieser Route und erinnert sich dann daran, dass das Schilfrohr bei der Pflanze wächst, der Geier auf dem Holzbalken sitzt, die Kobra sich unter dem Bett verkrochen hat und das Bein eines der Stuhlbeine des Drehstuhls ist.

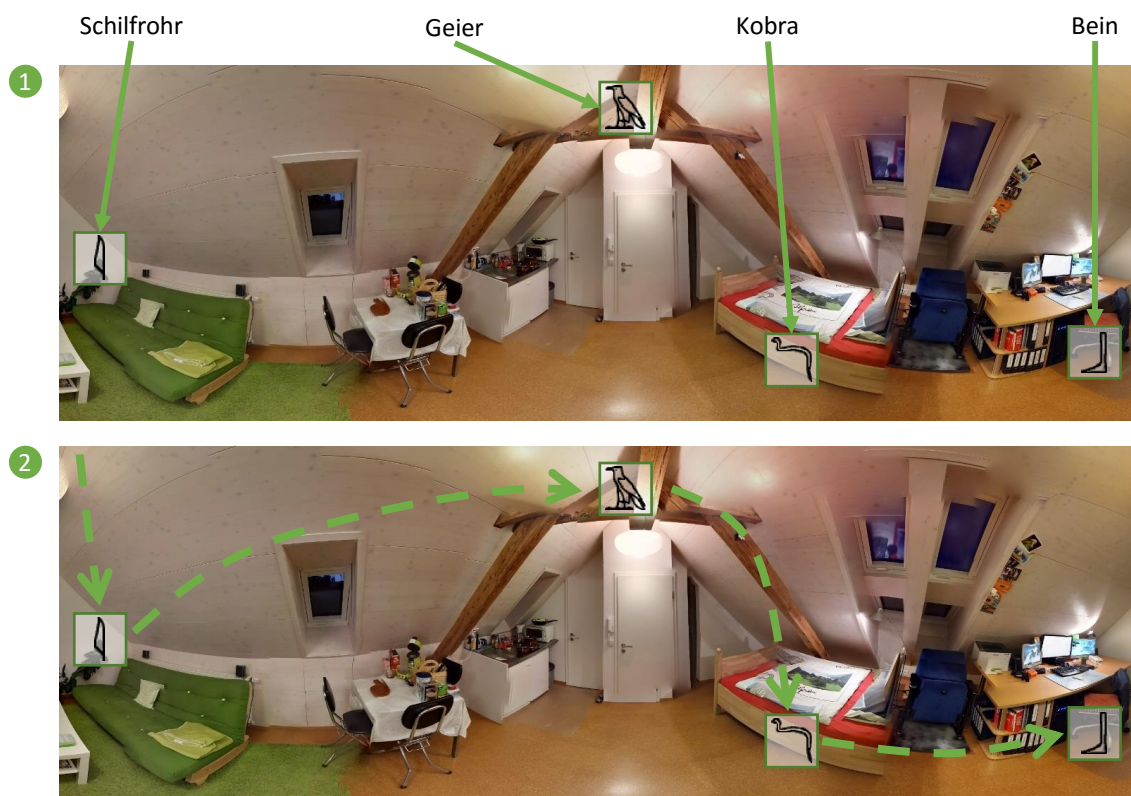


Abbildung 1.1: Ein Beispiel für die Anwendung der Loci-Methode.

Abgesehen von der hohen Effektivität der Loci-Methode, berichtet die Literatur allerdings auch von einem mentalen Aufwand besonders beim Verinnerlichen der *loci* und dem Erstellen und Verknüpfen der geistigen Bilder für die Lerninhalte (e.g. [1, 4]). Zudem bedarf es eines initialen Trainings, um die Loci-Methode effektiv anwenden zu können (cf. [5]). Diese Arbeit stellt die Anwendung „Memo Palace“ vor. Sie soll die Anwendung der Loci-Methode erleichtern und ihre mentale Hürde herabsetzen. Dabei kommen sphärische Panoramabilder (Fotosphären) zum Einsatz, die mit

aktuellen Smartphones aufgenommen werden können. In der Anwendung „Memo Palace“ können *loci* in diesen Fotosphären markiert und mit Lerninhalten assoziiert werden. Zur Durchführung einer Studie wurden drei verschiedene Versionen der Anwendung entwickelt: In der Version *Spatial loci* erfolgt die Navigation durch die Fotosphäre mittels räumlicher Interaktion und bei *Panning loci* durch touchbasiertes *Panning*. *No loci* dient als Kontrollbedingung. Hier kommt keine Fotosphäre zum Einsatz, das heißt der Nutzer ist bei der Anwendung der Loci-Methode auf seine Vorstellungskraft angewiesen. In der Studie wurde ergründet, inwieweit die verschiedenen Versionen der Anwendung „Memo Palace“ die Anwendung der Loci-Methode unterstützen und attraktiver machen. Dazu wurden Effektivität, wahrgenommene Systemunterstützung und Verhaltensmuster bei der Verwendung der drei verschiedenen Versionen untersucht. Die Ergebnisse werden in dieser Arbeit berichtet, bewertet und interpretiert.

Abbildung 1.2 illustriert die Struktur dieser Arbeit. Für das bessere Verständnis werden im nächsten Kapitel (Blau) zunächst die nötigen Grundlagen aus der Psychologie zusammengefasst und verwandte Arbeiten aus der HCI vorgestellt. Es folgt eine kurze Beschreibung der technischen Grundlagen zur Umsetzung der räumlichen Interaktion. Auf der Basis der Grundlagen wird eine Hypothese aufgestellt. Das dritte Kapitel (Orange) stellt den Studienprototyp „Memo Palace“ vor. Dazu werden zunächst die aus den Grundlagen abgeleiteten Anforderungen aufgelistet. Nach einem kurzen Blick auf die technische Umsetzung werden die drei Versionen der Anwendung genauer beschrieben. Das vierte Kapitel (Braun) stellt eine Reihe von Forschungsfragen auf und erläutert das für die Beantwortung der Fragen entwickelte Studiendesign. Des Weiteren wird die Pilotstudie mit den aus ihr resultierenden Änderungen für die Hauptstudie beschrieben („Lessons Learned“). Auch werden die demografischen Informationen der Teilnehmer zusammengefasst. Im fünften Kapitel (Lila) werden die Ergebnisse der Studie hinsichtlich Effektivität, wahrgenommener Systemunterstützung und Verhaltensmuster berichtet. Im Anschluss folgt eine Diskussion der Ergebnisse und es werden Einschränkungen aufgezeigt. Das Kapitel schließt mit verschiedenen Designempfehlungen und Implikationen für zukünftige Anwendungen. Das letzte Kapitel (Gelb) fasst die Arbeit noch einmal kurz zusammen, gibt einen Ausblick auf mögliche Anwendungsbereiche des Prototyps und stellt zukünftige Forschungsarbeiten vor.

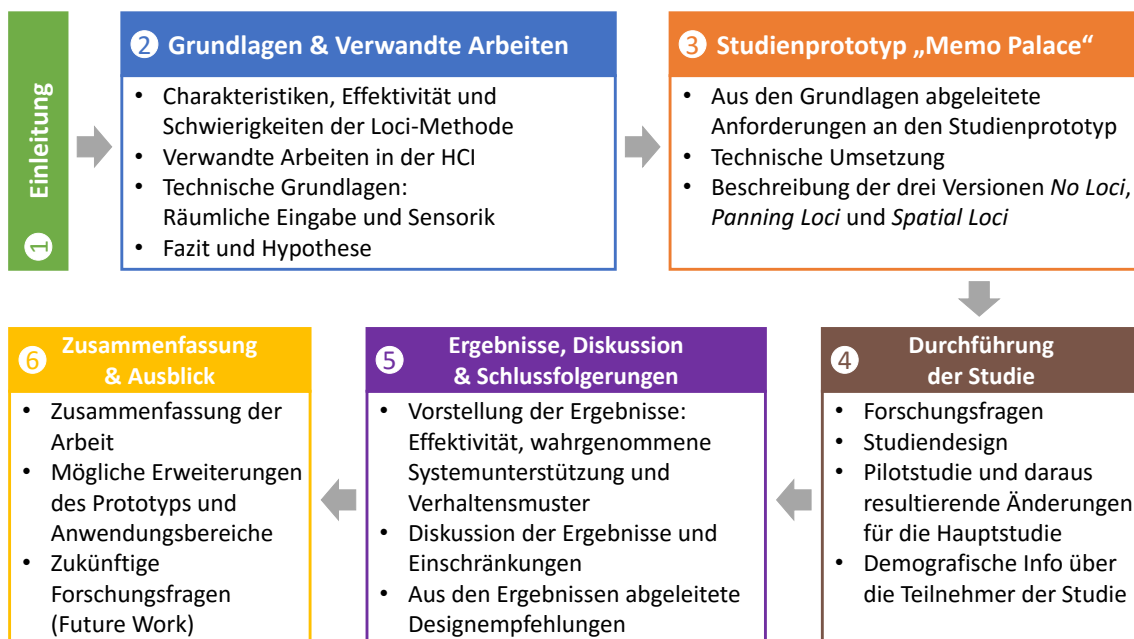


Abbildung 1.2: Die Struktur der Arbeit.



2. Grundlagen & Verwandte Arbeiten

In diesem Kapitel werden die theoretischen Grundlagen für die Entwicklung der App und die Durchführung der Studie zusammengefasst. Dabei wird in zwei Bereiche oder Themengebiete unterteilt: Nach einer kurzen historischen Einführung soll zunächst die Forschung der Psychologie zur Loci-Methode zusammengefasst werden. Dabei geht es um Charakteristiken, Effektivität und Schwierigkeiten bei der Anwendung der Mnemotechnik. Anschließend wird aus Sicht der Mensch-Computer Interaktion ein Blick auf die Loci-Methode geworfen. Das schließt auch die Zusammenfassung verwandter Arbeiten mit ein. Des Weiteren wird die räumliche Eingabe als Interaktionstechnik behandelt. Auf Basis der Grundlagen wird in einem abschließenden Fazit eine Hypothese aufgestellt.

2.1 Forschung zur Loci-Methode in der Psychologie

Bei der Loci-Methode handelt es sich um eine sehr effektive Mnemotechnik. Zusammen mit anderen Mnemotechniken wurde sie aus Sicht der Psychologie bereits sehr gut erforscht. Besonders seit Ende der 60er-Jahre wurden viele Laborexperimente durchgeführt (z. B. [6, 7, 8]). In Folgendem werden nach einem Überblick über die verschiedenen Mnemotechniken und einer kurzen historischen Einführung die wichtigsten Erkenntnisse zusammengefasst. Es wird unterteilt in Charakteristiken, Effektivität und Schwierigkeiten der Loci-Methode.

2.1.1 Verschiedene Mnemotechniken und Klassifikation der Loci-Methode

Im Duden findet sich die folgende Definition für den Begriff „Mnemotechnik“:

„Technik, Verfahren, seine Gedächtnisleistung zu steigern, vor allem durch systematische Übung oder Lernhilfen wie Merkverse o. Ä.; Gedächtniskunst“

– [duden.de](https://www.duden.de) [9]

Der Begriff „Mnemotechnik“ fasst also alle Verfahren oder Techniken zusammen, deren systematische Anwendung die eigene Gedächtnisleistung steigert. In seiner Arbeit „*Mnemonic Devices: Classification, Characteristics, and Criteria*“ gibt Bellezza [3] einen Überblick über verschiedene Mnemotechniken und klassifiziert sie anhand von zwei Kriterien. Sowohl der Überblick als auch die Klassifikation sollen in diesem Abschnitt unter Einbeziehung weiterer Forschungsarbeiten [1, 8, 10] zusammengefasst werden. Für das bessere Verständnis werden dabei die Dinge, die gelernt werden sollen, einheitlich als „Lerninhalte“ bezeichnet. Da die Loci-Methode bereits in der Einleitung ausführlich erklärt wurde, wird an dieser Stelle auf eine erneute Beschreibung verzichtet.

Einfaches **Wiederholen** (englisch *Rehearsal*) der Lerninhalte ist wohl die meist verbreitetste und simpelste Methode, um Dinge auswendig zu lernen und kann streng genommen vielleicht auch nicht direkt als Mnemotechnik bezeichnet werden. Die Lerninhalte werden immer wieder laut oder auch nur in Gedanken aufgesagt bzw. durchgegangen und prägen sich dadurch ein.

Imagery ist eine Technik, bei der man versucht, sich die Lerninhalte möglichst bildlich vorzustellen. Sie ist eigentlich weniger eine eigene Mnemotechnik, sondern dient vielmehr als Grundlage für viele andere, wie zum Beispiel die Loci-Methode.

Auch **Reime** (englisch *Rhymes*) können zum Erinnern von Lerninhalten verwendet werden. Oft geschieht dies in Form von Merksprüchen. Um sich zu merken, dass man beispielsweise „nämlich“ ohne „h“ schreibt, wird der Spruch „*Wer nämlich mit 'h' schreibt ist dämlich*“ verwendet.

Die Grundlage der **Story Mnemonic** ist *Imagery*, d. h. die Lerninhalte werden zunächst in mentale Bilder transferiert. Anschließend werden diese Bilder in eine Geschichte eingebettet, über die man sich dann wieder an die Lerninhalte in der richtigen Reihenfolge erinnern kann.

Auch die **Link Mnemonic** ist eine Erweiterung der *Imagery*. Hier werden die Bilder zum Beispiel durch Interaktion nach folgendem Schema miteinander verbunden: Das erste Bild mit dem Zweiten, das Zweite mit dem Dritten, das Dritte mit dem Vierten und so weiter.

First Letter Recoding eignet sich vor allem für das Einprägen von Begriffen. Dabei werden aus den Anfangsbuchstaben der Lerninhalte Akronyme gebildet. Zum Beispiel wird „HOMES“ für das Einprägen der fünf großen Seen *Huron, Ontario, Michigan, Erie* und *Superior* in Nordamerika verwendet.

Bei der **Peg-Word Mnemotechnik** werden anstatt geografischer Orte wie bei der Loci-Methode konkrete Objekte verwendet. Mit diesen Objekten werden die Lerninhalte assoziiert. Eine Erweiterung stellt die Verwendung von Zahl-Reim- oder Zahl-Form-Systemen dar. Der Anfang eines Zahl-Reim-Systems ist z. B. „*one is a bun, two is a shoe, three is a tree*“, d. h. man verbindet abstrakte Zahlen mit den konkreten Objekten. Und zwar so, dass die Zahlen sich auf die Objekte reimen. Bei einem Zahl-Form-System werden die Zahlen mit Objekten verbunden, die den Zahlen ähnlich sehen oder eine Verbindung mit ihnen haben. Die Ziffer „2“ sieht zum Beispiel einem Schwanz ähnlich und eine Hand hat fünf Finger. Die Verwendung einer solchen Kombination von Zahl und Wort als *Peg-Word* hat den Vorteil, dass auch die Reihenfolge und Position der einzelnen Lerninhalte gelernt wird.

Wie in Tabelle 2.1 zu sehen, klassifiziert Bellezza [3] die Mnemotechniken anhand der beiden Kategorien *Peg Type* und *Chain Type* mit den Ausprägungen *Multiple Use* und *Single Use*. Unter *Peg Type Mnemonics* fasst er dabei alle die Mnemotechniken zusammen, bei denen die Dinge, die gelernt werden sollen, einem bekannten Set von Hinweisen zugeordnet werden. Die Hinweise kommen also von „außen“ bzw. sind nicht Teil der Lerninhalte (*extrinsic cuing*). Bei der zweiten Kategorie, den *Chain Type Mnemonics*, werden die Lerninhalte zwar auch in Bilder transferiert, anschließend aber direkt miteinander verbunden. Man benötigt dadurch kein Hinweis-Set, da die

Verbindungen die Hinweise sind bzw. die Hinweise aus den Lerninhalten heraus entstehen (*intrinsic cuing*). Allerdings muss man sich bei den Mnemotechniken dieser Kategorie zwingend an das erste Bild und die Verbindungen erinnern können, da sonst die Kette „abreißt“ bzw. gar nicht erst beginnt. Sowohl bei den *Peg Type* Mnemotechniken als auch bei den *Chain Type* Mnemotechniken gibt es Techniken, bei denen die Hinweise mehrfach (*Multiple Use*) oder nur einmal (*Single Use*) verwendet werden können.

	Multiple Use	Single Use
Peg Type (<i>extrinsic cuing</i>)	Method of Loci Peg-word Mnemonic	First-letter Recoding ("HOMES")
Chain Type (<i>intrinsic cuing</i>)	Story Mnemonic Link Mnemonic	Rhymes ("Thirty days hath September...")

Tabelle 2.1: Bellezza teilt die verschiedenen Mnemotechniken in zwei Kategorien mit jeweils zwei Ausprägungen ein. *Modifiziert übernommen aus [3].*

Was die Loci-Methode betrifft, so gehört sie zu den *Peg Type* Mnemotechniken, da als Hinweise ein Set von Orten verwendet wird, das erst einmal nichts mit den Lerninhalten zu tun hat. Des Weiteren ordnet Bellezza sie der Ausprägung *Multiple Use* zu, da ein vorhandenes Set von *loci* immer wieder für neue Lerninhalte verwendet werden kann. Die alten Assoziationen werden dabei einfach von den neuen „überschrieben“. In folgendem Abschnitt zu den Charakteristiken der Loci-Methode wird beschrieben, wie bereits die alten Römer erkannten, dass ein vorhandenes Set von *loci* immer wieder verwendet werden kann.

Auf die Einteilung der anderen Mnemotechniken wird nicht weiter eingegangen. Sie kann Tabelle 2.1 entnommen oder ausführlich bei Bellezza [3] nachgelesen werden.

2.1.2 Charakteristiken der Loci-Methode

In ihrem Buch „*The Art of Memory*“ gibt Yates [2] einen guten Überblick über die verschiedenen Mnemotechniken; angefangen bei den alten Griechen bis in das frühe 17. Jahrhundert hinein. Für die Griechen und Römer gehörte es zur Rhetorik, „auch lange Reden mit unfehlbarer Genauigkeit frei halten [zu können]“ [2]. Techniken zur Verbesserung von Gedächtnis und Erinnern hatten damals deshalb einen viel höheren Stellenwert, als das heute noch der Fall ist. So ist es nicht verwunderlich, dass die ersten schriftlichen Anweisungen in Bezug auf die Loci-Methode aus dieser Zeit stammen. Yates fasst im ersten Kapitel ihres Buches drei lateinische Quellen der klassischen Gedächtniskunst zusammen.

Die erste Quelle, die sie anführt, ist Ciceros „*De Oratore*“. Cicero leitet seine Beschreibung der Loci-Methode mit einer Geschichte ein: Bei einem Festmahl trägt der griechische Lyriker Simonides von Keos ein Gedicht vor. Als er die Feier für kurze Zeit verlässt, stürzt der Festsaal ein und begräbt die übrigen Gäste unter sich. Durch die Trümmer werden die Leichen so verunstaltet, dass niemand mehr in der Lage ist, sie zu identifizieren. Niemand außer Simonides. Er kann sich daran erinnern, auf welchem Platz die Gäste bei der Feier gesessen sind. Daraufhin soll Simonides die Gedächtniskunst erfunden haben, weil er erkannte, „dass eine planmäßige Anordnung entscheidend für ein gutes Gedächtnis ist“ [2]. Anschließend beschreibt Cicero die Loci-Methode wie folgt:

„Daher müssten diejenigen, die diese Seite ihres geistigen Vermögens zu üben wünschen, Orte wählen, sich das, was sie im Gedächtnis behalten möchten, in ihrer Phantasie vorstellen und sie

an die [besagten] Orte heften; so werde es kommen, dass die Anordnung der Orte diejenige der Dinge beibehalte, das Abbild der Dinge jedoch die Dinge selbst bezeichne; und wir sind in der Lage, die Orte anstelle einer Wachstafel, die Bilder anstelle von Buchstaben zu verwenden.“

– Cicero, *De oratore*.

Die zweite Quelle, die Yates anführt ist Quintilians „*Institutio oratoria*“. Er stellt die Loci-Methode sehr anschaulich dar, indem er den Leser dazu auffordert, sich an ein „komplexes und geräumiges Gebäude“ zu erinnern und sich darin eine Reihe von Orten einzuprägen. Der Vortrag, der im Gedächtnis behalten werden soll, wird anschließend in Bilder transferiert, die an die Orte im Gedächtnis gestellt werden. Quintilians Beispiel für solche Bilder sind ein Anker und eine Waffe. Nach Yates könnte der Anker für den Teil einer Rede stehen, der sich mit Schiffsangelegenheiten befasst und die Waffe für einen Teil, in dem es um militärische Operationen geht. Während des Vortrags geht der antike Redner also im Geist in seinem Gebäude von Ort zu Ort und erinnert sich über die Bilder wieder an den Inhalt seiner Rede. Die Reihenfolge der Orte in dem Gebäude garantiert dabei auch die richtige Reihenfolge der Rede.

Neben Ciceros „*De oratore*“ und Quintilians „*Institutio oratoria*“ fasst Yates den entsprechenden Abschnitt aus der anonymen Schrift „*Ad Herennium*“ als umfassendste und wesentlichste Quelle zusammen. Auch hier werden Orte (lateinisch *loci*) und Bilder (lateinisch *imagines*) als grundlegende Bestandteile der Loci-Methode genannt. Ebenso stimmt die weitere Beschreibung der Methode mit den anderen beiden Quellen überein. Ergänzend führt der Schreiber allerdings weitere Merkmale auf: So kann ein einmal eingprägtes Set von *loci* immer wieder verwendet werden; d.h. die *loci* sind nach einmaliger Benutzung nicht verbraucht, sondern können mit neuen Bildern assoziiert werden. Die vorherigen Bilder „verblassen und vergehen, wenn sie nicht weiter genutzt werden. (...) Die *loci* sind wie Wachstafelchen, die bleiben, auch wenn das Geschriebene ausgelöscht ist“ [2]. Des Weiteren empfiehlt der Autor, jeden fünften *locus* besonders zu kennzeichnen, damit die Reihenfolge der *loci* besser behalten werden kann. Auch sollten sich die Orte an einem ruhigen Platz befinden, da „massenweise vorkommende Leute die Eindrücke (also die Bilder) [abschwächen]“ [2]. Außerdem müssen die *loci* gut unterscheidbar voneinander sein und der Abstand zwischen den Orten darf weder zu groß noch zu klein sein. Sogar die Helligkeit der Orte wird angesprochen: Ein zu heller Ort blendet und verdeckt das platzierte Bild ebenso wie ein zu dunkler. Falls nicht genug reale Orte nach den eben genannten Vorgaben gefunden werden können, empfiehlt der Schreiber, fiktive Orte zu generieren.

Für die Generierung der Bilder, die an den Orten platziert werden sollen, gibt der Verfasser folgenden Rat:

„Sehen wir im Alltagsleben unbedeutende, gewöhnliche und banale Dinge, dann können wir uns in der Regel nicht an sie erinnern, denn unser Verstand wird nicht durch jedes beliebige Neue oder Wunderbare angeregt. Wenn wir aber etwas besonders Gemeines, Niederträchtiges, Ungewöhnliches, Großes, Unglaubliches oder Lächerliches sehen oder hören, werden wir dessen wahrscheinlich lange gedenken.“

– *Ad herennium*. (Übersetzung übernommen von Yates [2].)

Dem Autor zufolge sollten also ungewöhnliche Bilder für die Lerninhalte generiert werden, da sie sich besser einprägen lassen als alltägliche.

Liest man das erste Kapitel von Yates „*The Art of Memory*“, ist man erstaunt darüber, wie viele Gedanken und Erkenntnisse bereits die alten Griechen und Römer zu der Loci-Methode zusammengetragen haben. So ist es auch nicht weiter verwunderlich, dass bis in die heutige Zeit Veröffentli-

chungen zur Loci-Methode immer wieder Yates und damit auch die von ihr zusammengefassten Quellen der lateinischen Gedächtniskunst zitieren (z. B. Ross und Lawrence (1968) [7], Kemp und Krog 1985 [11], Richmond, Cummings und Klapp (2008) [12], Massen et al. (2009) [13]). Nach diesem deshalb so wichtigen historischen Blick auf die Loci-Methode sollen nun die Erkenntnisse zur den Charakteristiken der Loci-Methode aus neueren Veröffentlichungen zusammengefasst werden.

Bower [1] arbeitet neun verschiedene Komponenten der Loci-Methode heraus. Beispielsweise betont er, wie wichtig es ist, dass die *loci* sowohl beim Lernen als auch beim Abruf der Lerninhalte verfügbar sind. Auch schlägt er vor, dass geografische Orte als *loci* verwendet werden sollen, da diese sich leicht visualisieren lassen und in ihrer natürlichen Reihenfolge bereits gelernt sind. Des Weiteren sollen die Bilder beim Einprägen mit den *loci* assoziiert und in Verbindung mit ihnen gebracht werden. Wichtig ist nach Bower auch, dass mit jedem *locus* immer nur ein Bild assoziiert wird. Sollen mehrere Bilder mit einem *locus* assoziiert werden, funktioniert das nur, wenn die Bilder untereinander etwa durch gegenseitige Interaktion miteinander verbunden sind. Ansonsten nimmt der Prozentsatz der richtig erinnerten Lerninhalte mit der Anzahl der Assoziationen pro *locus* deutlich schneller ab (cf. Abbildung 2.1).

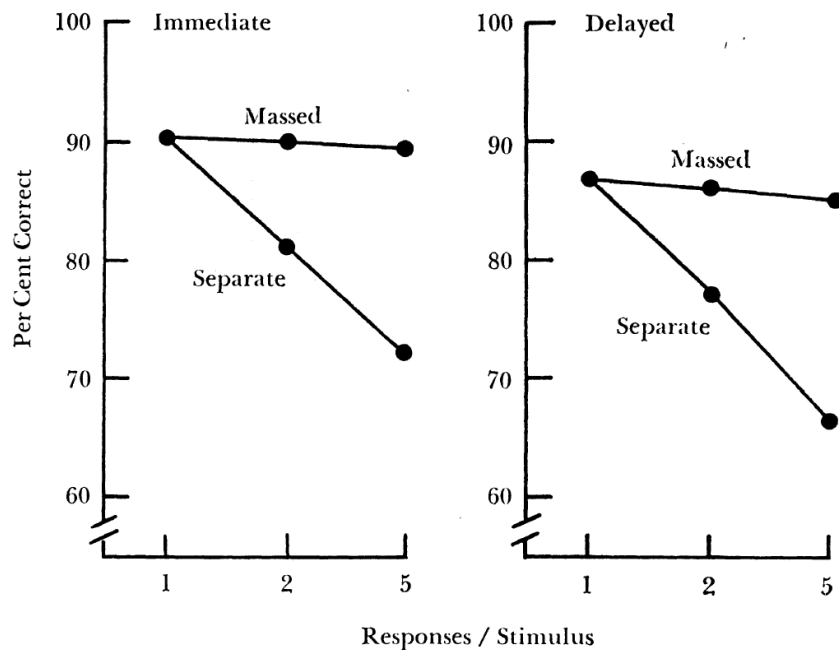


Abbildung 2.1: Anzahl der korrekt erinnerten Lerninhalte in Prozent bei sofortigem Abruf (links) und bei Abruf nach 30 Minuten (rechts), wenn 1, 2 oder 5 Bilder mit einem *locus* assoziiert werden. „*Massed*“ bedeutet, dass die Bilder an einem *locus* miteinander verbunden sind. Bei „*Separate*“ ist das nicht der Fall. *Übernommen von Bower aus [1].*

Lea [6] führte eine Analyse in Bezug auf die benötigte Zeit für die einzelnen Schritte der Loci-Methode durch. In seiner Studie sollten die Teilnehmer ein vorgegebenes Set von Dingen mit einem gut bekannten Set von *loci* assoziieren. Während der Studie wurde den Teilnehmern ein *locus* genannt. Von diesem *locus* ausgehend, musste eine bestimmte Anzahl von *loci* im Kopf durchgegangen werden (MOVE) und anschließend entweder der letzte *locus* oder der mit ihm assoziierte Lerninhalt (*item*) genannt werden (RETRIEVE). Für die einzelnen Schritte (FIND, MOVE und RETRIEVE) wurden dabei die Zeiten gemessen. Addiert ergeben sie die gesamte Reaktionszeit (*Reaction Time*, RT). Die wichtigste Erkenntnis des Experiments ist, dass die RT linear zur Anzahl der *loci* ist, die im Kopf durchgegangen werden müssen. MOVE ist dabei ein

iterativer Prozess, der ungefähr 600 Millisekunden pro Schritt benötigt, wenn das Material sehr gut gelernt wurde.

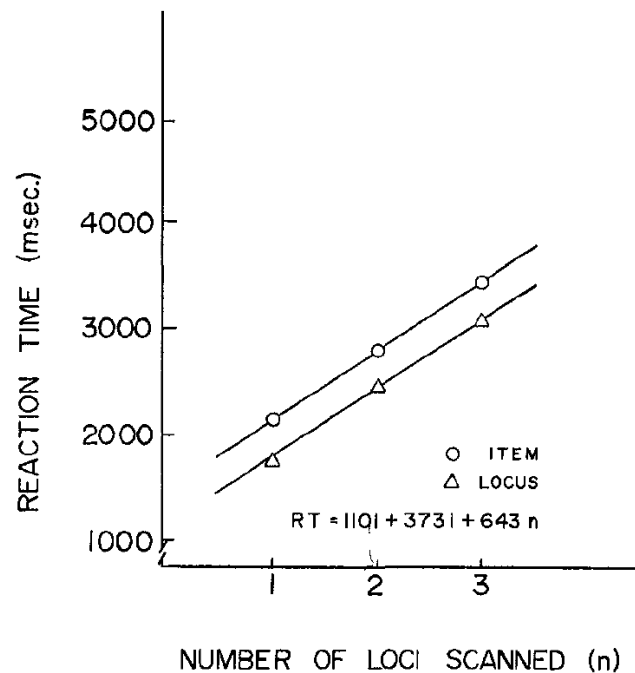


Abbildung 2.2: Die Kreise und Dreiecke markieren die Reaktionszeiten, die in dem Experiment von Lea gemessen wurden. Bei den Kreisen wurde nach dem Lerninhalt im Schritt RETRIEVE gefragt und bei den Dreiecken nach dem *locus*. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Reaktionszeit linear zur Anzahl der gescannten *loci* ist. *Übernommen aus [6].*

Kemp und Krogd [11] führten eine Studie mit zwei Experimenten durch, um zu untersuchen, welchen Effekt die Sichtbarkeit der *loci* auf das Erinnern (engl. *recall*) hat. Beim ersten Experiment nahmen 77 Studenten teil und beim zweiten sogar 164. Bei beiden Experimenten wurden die Teilnehmer in vier Gruppen eingeteilt. Im Verlauf der Studie wurden ihnen zwei Begriffslisten mit jeweils 25 Wörtern vorgelesen, die sie sich einprägen sollten. Im Gegensatz zu den anderen drei Gruppen bekamen die Teilnehmer der Kontrollgruppe keine Instruktion bezüglich der Loci-Methode. Den Teilnehmern der zweiten Gruppe standen sowohl während des Einprägens als auch des Abfragens sichtbare *loci* (Gegenstände in einem Raum) zur Verfügung. Die Teilnehmer der dritten Gruppe wurden beim Abfragen in einen anderen Raum geführt. Sie konnten die sichtbaren *loci* also nur für das Einprägen verwenden. Der vierten Gruppe wurden weder beim Einprägen noch beim Abfragen sichtbare *loci* zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse der Experimente zeigen, dass es keinen Unterschied in Bezug auf die Effektivität macht, ob die *loci* sowohl beim Lernen als auch beim Abfragen sichtbar sind oder ob man sich diese in beiden Phasen vorstellen muss. Stehen die *loci* allerdings nur beim Einprägen zur Verfügung und beim Abfragen nicht mehr, wird die Effektivität deutlich beeinträchtigt.

2.1.3 Effektivität der Loci-Methode

Besonders seit Ende der 60er-Jahre wurde die Effektivität der Loci-Methode in Laborexperimenten immer wieder festgestellt. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Experimente sollen in diesem Abschnitt zusammengefasst werden.

Ross und Lawrence [7] führten zwei Studien durch, mit denen sie einen Hinweis auf die Effektivität der Loci-Methode liefern. Die Teilnehmerin der ersten Studie wurde gebeten, sich ein Set von

52 *loci* anzueignen. Anschließend wurden ihr 52 Substantive vorgelesen, die sie sich währenddessen bildlich vorstellen und mit den *loci* assoziieren sollte. Für jedes Substantiv benötigte die Teilnehmerin ungefähr 5 Sekunden. Im Anschluss wurde sie mündlich abgefragt und konnte alle 50 Substantive ohne Fehler und in der richtigen Reihenfolge aufzählen. Anschließend wurde der Teilnehmerin die gleiche Liste in veränderter Reihenfolge vorgelesen und von ihr in dieser Reihenfolge mit den selben *loci* assoziiert. Diesmal konnte sie 48 der 50 Begriffe in der richtigen Reihenfolge nennen. Ein ähnlich gutes Ergebnis erzielte sie, als ihr 20 Wortpaare vorgelesen wurden. Neben der Effektivität der Loci-Methode bestätigt diese Studie auch die Wiederverwendbarkeit (*Multiple Use*) eines Loci-Sets, wie es bereits von den alten Römern im „*Ad herennium*“ und von Bellezza [3] festgestellt wurde. Für die zweite Studie wurden 5 Teilnehmer akquiriert, die sich ebenfalls je 52 *loci* aneigneten. An vier aufeinanderfolgenden Tagen lernten sie damit pro Tag eine Liste von 40 Begriffen auswendig. Die Teilnehmer wurden direkt nach der Präsentation einer Liste mündlich abgefragt (*Immediate Recall*). Ab dem zweiten Tag wurden vor der Präsentation der neuen Liste die 40 Begriffe vom Vortag abgefragt (*1Day Delay*). Am fünften Tag (*Final Session*) sollten zusätzlich alle vier Listen aufgeschrieben werden. Tabelle 2.2 zeigt, dass auch in der zweiten Studie sehr gute Ergebnisse erzielt wurden.

Session	Average Serial Recall Scores			Free Recall	Presentation Time
	Immediate Recall	1Day Delay	Final Session (Variable Delay)	Final Session (Variable Delay)	Average time per item (sec)
1	38.2	38.4	19.8	31.4	13.24
2	37.6	31.4	24.8	34.4	13.03
3	35.8	30.2	31.8	36.6	14.33
4	38.4	35.2	39.2	39.8	16.55

Tabelle 2.2: Die fünf Teilnehmer der zweiten Studie von Ross und Lawrence waren sehr effizient beim Einprägen von vier Wortlisten (eine pro *Session*) mit jeweils 40 Begriffen unter Verwendung der Loci-Methode. Es werden die Durchschnittswerte für die korrekt und in der richtigen Reihenfolge erinnerten Begriffe angegeben. In der Spalte *Free Recall* fließt die Reihenfolge nicht mit in die Bewertung ein. *Modifiziert übernommen aus [7].*

In Bezug auf die beiden Studien von Ross und Lawrence [7] gibt Roediger [8] allerdings zu bedenken, dass die Ergebnisse „durch die Abwesenheit einer geeigneten Kontrollbedingung getrübt [werden]“ [8]. Roediger führte deshalb eine großangelegte Studie mit 150 Teilnehmern durch, die auf fünf Gruppen aufgeteilt wurden und bei der es ebenfalls um das Einprägen von Wortlisten ging. Vier der Gruppen wurden jeweils eine der folgenden Mnemotechniken zugeteilt: *Imagery*, *Link-Methode*, *Loci-Methode* und *Peg-Methode*. Die fünfte Gruppe diente als Kontrollgruppe und sollte die Wörter alleine durch mehrfaches Wiederholen und Nachdenken über deren Bedeutung lernen (*Rehearsal*). Die Teilnehmer wurden zu drei Sitzungen an drei aufeinanderfolgenden Abenden eingeladen. In der ersten Sitzung wurde ihnen in einem einmaligen Durchgang eine Übungsliste (*Practice list*) von 20 Wörtern mit der Aufgabenstellung präsentiert, dass sie im Anschluss die Begriffe aus dem Gedächtnis in möglichst richtiger Reihenfolge auf einem Blatt mit entsprechenden Nummern aufschreiben sollten. Erst im Anschluss an diesen ersten Test wurden die Teilnehmer je nach Gruppe mit der ihnen zugeteilten Lernmethode vertraut gemacht. In der zweiten Sitzung wurden den Teilnehmern nacheinander drei Listen mit jeweils 20 Wörtern präsentiert. Die Aufgabenstellung blieb bei jeder Liste die selbe wie in der ersten Sitzung; d. h. nach der Präsentation jeder Liste wurde der bereits beschriebene Test durchgeführt (*Immediate Recall*). Allerdings wurden sie diesmal dazu angehalten, die jeweilige Lernmethode für das Einprägen der Begriffe zu verwenden. In der dritten Sitzung wurden die drei Listen aus der zweiten Sitzung erneut abgefragt (*24-hr*

delayed recall).

Scored by a Lenient Criterion			Immediate Recall				24-hr delayed recall			
Condition	n	Practice List	1	2	3	M	1	2	3	M
Rehearsal	32	13.2	10.8	11.6	11.7	11.4	5.1	6.1	7.6	6.3
Imagery	25	12.4	14.1	12.5	12.6	13.1	7.6	6.6	6.2	6.8
Link	31	13.0	14.4	15.8	16.6	15.6	9.3	11.3	13.0	11.2
Loci	29	12.6	14.0	16.0	15.9	15.3	9.2	11.7	11.1	10.6
Peg	33	13.1	13.2	14.7	14.6	14.2	7.2	8.4	9.1	8.2
M		12.9	13.3	14.1	14.3		7.7	8.8	9.4	

Tabelle 2.3: Durchschnittlich erinnerte Anzahl von Begriffen in der Studie von Roediger ohne Bewertung der Reihenfolge (*Lenient Criterion*). Die Teilnehmer wurden erst nach der *Practice List* mit der ihnen zugeteilten Lernmethode vertraut gemacht. Anschließend wurden drei weitere Listen à 20 Wörter präsentiert und zweimal abgefragt: Einmal direkt im Anschluss an die Präsentation einer Liste (*Immediate Recall*) und ein weiteres Mal einen Tag später (*24-hr delayed recall*). *Modifiziert übernommen aus [8]*.

Tabelle 2.3 zeigt die Ergebnisse von Roedigers Studie, wenn nur die Korrektheit der Wörter aber nicht ihre Reihenfolge bewertet wird (*Lenient Criterion*). In Tabelle 2.4 fließt auch die Reihenfolge in die Bewertung mit ein; d. h. für ein Wort wird nur dann ein Punkt vergeben, wenn es an der richtigen Position aufgeschrieben wurde (*Strict Criterion*). Bei beiden Bewertungskriterien schneiden die Mnemotechniken *Link*, *Loci* und *Peg* besser ab als *Rehearsal* und *Imagery*. Des Weiteren ist festzustellen, dass die Unterschiede bei der Anwendung des strikten Bewertungskriterium deutlich größer sind. Insgesamt lässt sich also sagen, dass die Mnemotechniken zwar schon für das reine Erinnern von Vorteil sind, aber ihre volle Stärke erst dann ausspielen, wenn es auch um die Reihenfolge der zu erinnernden Lerninhalte geht. Vergleicht man die drei Mnemotechniken *Link*, *Loci* und *Peg* untereinander, stellt man fest, dass die Loci-Methode bei dem milderen Bewertungskriterium (*Lenient Criterion*) die zweit besten Durchschnittswerte aufweist und bei dem strikten (*Strict Criterion*) sogar die besten.

Scored by a Strict Criterion			Immediate Recall				24-hr delayed recall			
Condition	n	Practice List	1	2	3	M	1	2	3	M
Rehearsal	32	7.0	5.5	6.2	5.8	5.8	1.0	0.9	2.1	1.3
Imagery	25	6.8	4.3	5.0	5.3	4.8	1.2	0.8	1.2	1.0
Link	31	7.6	8.2	9.3	11.4	9.6	4.2	4.4	6.5	5.0
Loci	29	6.8	11.9	14.4	14.4	13.6	5.2	6.0	6.0	5.8
Peg	33	7.7	11.1	13.2	13.2	12.5	4.3	4.8	5.5	4.9
M		7.2	8.3	9.8	10.1		3.2	3.4	4.3	

Tabelle 2.4: Durchschnittlich erinnerte Anzahl von Begriffen in der Studie von Roediger mit Bewertung der Reihenfolge (*Strict Criterion*). Die Teilnehmer wurden erst nach der *Practice List* mit der ihnen zugeteilten Lernmethode vertraut gemacht. Anschließend wurden drei weitere Listen à 20 Wörter präsentiert und zweimal abgefragt: Einmal direkt im Anschluss an die Präsentation einer Liste (*Immediate Recall*) und ein weiteres Mal einen Tag später (*24-hr delayed recall*). *Modifiziert übernommen aus [8]*.

Gibt die Studie von Ross und Lawrence [7] auf Grund der geringen Anzahl von Teilnehmern und

dem Fehlen einer Kontrollbedingung nur einen ersten Hinweis auf die Effektivität der Loci-Methode, so wird sie in der Studie von Roediger [8] deutlich belegt. Besonders wenn die Reihenfolge der Lerninhalte eine Rolle spielt, bietet sie einen entscheidenden Vorteil gegenüber dem reinen Wiederholen und Nachdenken über die Bedeutung (*Rehearsal*).

2.1.4 Schwierigkeiten bei der Anwendung der Loci-Methode

Die Loci-Methode besitzt allerdings nicht nur Vorteile. In der Literatur werden auch Schwierigkeiten erwähnt, die bei der Anwendung der Loci-Methode entstehen können. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, ist die Hauptmotivation dieser Arbeit, den besagten Schwierigkeiten mit den Vorteilen heutiger Smartphones zu begegnen. Sie werden im Folgenden Abschnitt zusammengefasst.

Bower [1] stellt fest, dass die Position eines Lerninhalts nur dadurch bestimmt werden kann, indem die *loci* bis zu dem entsprechenden Lerninhalt der Reihe nach durchgegangen und gezählt werden. Dieser Vorgang ist deutlich zeitintensiver als bei der *Peg word* Mnemotechnik. Im Gegensatz zur Loci-Methode ist dort die Position der Lerninhalte nämlich in den Hinweisen kodiert und kann ohne Abzählen sofort genannt werden. Zwar kann ein einmal gelerntes Set von *loci* immer wieder verwendet werden (*Multiple Use*), allerdings werden dadurch die zuvor assoziierten Lerninhalte „überschrieben“ [10]. Will man sich mehr Lerninhalte auf einmal merken, braucht man also entweder eine entsprechend größere Anzahl *loci* oder muss mehrere Lerninhalte mit einem *locus* assoziieren. Bei letzterem lässt allerdings – wie bereits beschrieben (cf. Abbildung 2.1, S. 13) – die Zahl der richtig erinnerten Lerninhalte mit der Zahl der assoziierten Lerninhalte nach. Diese Schwierigkeit hat die Loci-Methode mit der *Peg word* Mnemotechnik gemein. Die größte Schwierigkeit bei der Anwendung der Loci-Methode ist aber wohl der mentale Aufwand, der damit verbunden ist. Bower [1] beschreibt den ersten Schritt der Loci-Methode wie folgt:

„Imaginal elaboration of the items - seeking out and depicting interacting relationships between the referents - appears to be critically important in producing the large effects typically observed.“

– Bower [1].

Dass besonders dieser Schritt, also das Verinnerlichen der *loci* und das Erstellen und Verknüpfen der geistigen Bilder für die Lerninhalte, mental sehr fordernd sein kann, kommt bei Perrault et al. [14] zum Ausdruck:

„(...) the method of loci first requires creating and perfectly memorizing a mental representation of an ordered list of familiar locations. As one can easily verify on their own, this is a demanding and tedious task, especially for large item sets (e.g., more than 10 or 20 items.)“

– Perrault et al. [14].

McCabe [4] sieht in dieser mentalen Einstiegshürde den Grund dafür, dass viele Studenten die Loci-Methode nicht verwenden. Sie führt weiter aus, dass „die Vorteile [vieler Mnemotechniken] nicht offensichtlich sind, weil sie das Lernen auf kurze Sicht verlangsamen, und ihre Vorzüge in Bezug auf das Gedächtnis nur über einen längeren Zeitabschnitt zeigen“. Wie Legge et al. [5] bemerken, bedarf es nämlich eines ausgedehnten Trainings, um die Loci-Methode effektiv anwenden zu können. Als Beleg führen sie mehrere Studien an (z. B. Bower und Reitman (1972) [15], Roediger (1968) [8], Brooks, Friedman und Yesavage 1993 [16] und Moè und De Beni (2005) [17]), bei denen die Gesamtdauer des Trainings jeweils zwischen ungefähr zwei und sechs Stunden variierte. Das Einprägen der Dinge, die gelernt werden sollen, erfordert also zunächst das Erlernen der Methode.

2.2 Forschung zur Loci-Methode in der Mensch-Computer Interaktion

In diesem Abschnitt werden die wenigen Forschungsarbeiten zusammengefasst, die im Gebiet der Mensch-Computer Interaktion (HCI) über die Loci-Methode durchgeführt wurden.

2.2.1 Body Mnemonics

Ängeslevä et al. [18] nutzten Teile des eigenen Körpers als *loci* mit denen Informationen assoziiert werden. Mit einem Online-Fragebogen versuchten sie herauszufinden, welche Körperteile für welche Informationen bevorzugt werden. Alle Antworten wurden auf der Silhouette eines Körpers eingetragen (cf. Abbildung 2.3). Viele Leute wählten die Hosentaschen, den Bauch, das Herz und den Kopf als *loci*. Um die „Body Mnemonics“ zu evaluieren, führten sie anschließend ein *Wizard-of-Os*-Experiment durch, bei dem die Teilnehmer 12 verschiedene Anwendungen mobiler Geräte auf ihrem Körper platzieren sollten. Ein paar Tage später sollten sie sich an die Anwendungen wieder erinnern. Der einzige Fehler bestand darin, dass einige Teilnehmer die rechte und linke Hosentasche verwechselten. Auf Grund dieses Fehlers konnten 1,8 Anwendungen im Schnitt nicht richtig abgerufen werden. 10,2 der 12 Anwendungen wurden also im Schnitt korrekt erinnert.

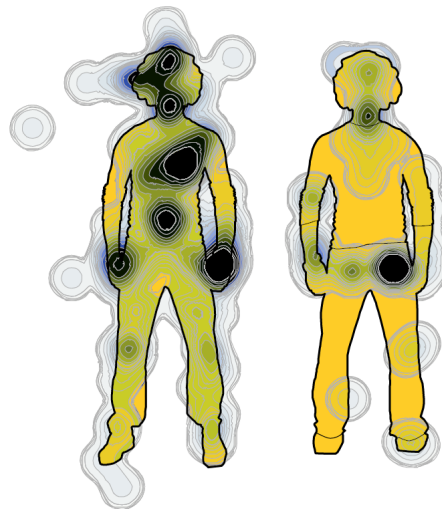


Abbildung 2.3: Alle Antworten aus dem Online-Fragebogen von Ängeslevä et al. wurden in der Silhouette eines Körpers eingetragen. Dadurch lassen sich die Bereiche, die oft zur Platzierung von Informationen gewählt wurden, leicht erkennen. Links ist die Vorderseite der Silhouette zu sehen und rechts die Rückseite. *Übernommen aus [18].*

Ein ähnliches Konzept verfolgen Chen et al. [19]. Auch sie verteilen Informationen und Anwendungen auf Körperteile und den Raum um den Körper. Allerdings vorrangig mit dem Ziel, den verhältnismäßig kleinen Bildschirm von mobilen Geräten dadurch „virtuell“ zu vergrößern. Sie schlagen mehrere Anwendungen vor: Die erste ist *Body Viewer*, bei der Bilder mit einem mobilen Gerät an beliebige Stellen des Körpers geheftet werden können. Zum Anheften bzw. Betrachten der Bilder muss man das Gerät einfach über die entsprechende Stelle bringen und eine Bestätigungsaktion durchführen. Beim *Body Cobweb* werden Lesezeichen eines Internetbrowsers in dem Bereich vor der Person abgelegt. Anlegen und Abrufen der Lesezeichen läuft ähnlich wie beim *Body Viewer* ab. *Body Shortcuts* funktioniert wie der *Body Viewer* mit dem Unterschied, dass hier Computer-Kommandos verteilt und aufgerufen werden. Auch *Whereables* dient dazu, Computer-Kommandos bzw. Applikationen aufzurufen. Allerdings ist hierbei entscheidend, an welcher Stelle des Körpers das mobile Gerät getragen wird. Ist es zum Beispiel am Oberarm befestigt, wird der Musik-Player

ausgeführt. Bei der *Body Toolbar* werden die Werkzeuge einer Applikation auf dem Körper verteilt und die *Rotating Watch* ist eine Uhr, mit der der eigene Kalender durch die Bewegung des Arms um die eigene Achse herum betrachtet werden kann.

2.2.2 Spatial Electronic Mnemonics

Ikei, Ota und Kayahara [20] stellen das Konzept der „*Spatial Electronic Mnemonics*“ vor, in dem sowohl Elemente der Loci-Methode als auch der *Peg-word* Mnemotechnik zur Anwendung kommen. In einem kontrollierten Laborexperiment wurde das Konzept erprobt. Zu Beginn prägten sich die Teilnehmer grafische Repräsentationen der Zahlen 1 bis 25 ein. In Abbildung 2.4 ① sind die ersten vier davon zu sehen. Auf einem ca. 40 Meter langen Pfad waren 50 durch AR¹-Marker gekennzeichnete *loci* verteilt ②.

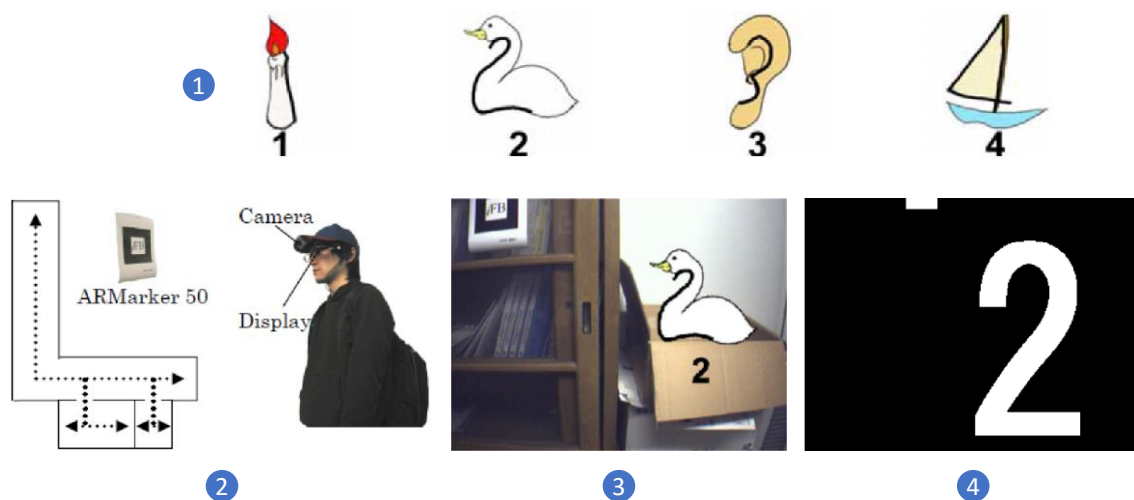


Abbildung 2.4: In der Studie von Ikei, Ota und Kayahara prägten sich die Teilnehmer grafische Repräsentationen der Zahlen 1 bis 25 ein ① und assoziierten diese mit *loci* entlang eines Pfads ②. Unterstützt wurden sie dabei durch ein Head-Mounted Display, das je nach Gruppe entweder die grafische Repräsentation der Zahl ③ oder nur die Ziffer anzeigte ④. *Modifiziert übernommen aus [20].*

Die Teilnehmer wurden für das Experiment auf einem Auge mit einem *Head-Mounted Display* ausgestattet. Ihre Aufgabe war es, die Zahlen 1 bis 25 bzw. deren grafische Repräsentation mit 25 beliebigen *loci* auf dem Pfad zu assoziieren und sich die Kombination von Zahl und *locus* einzuprägen. Zur Unterstützung der Assoziation konnten sie durch das *Head-Mounted Display* je nach Bedingung entweder die in das Sichtfeld eingeblendete grafische Repräsentation der entsprechenden Zahl direkt auf dem *locus* platzieren ③ oder bekamen zumindest die Zahl angezeigt ④. Jeder Teilnehmer führte das Experiment unter beiden Bedingungen durch. Um einen Lerneffekt zu vermeiden, starteten sie dabei jeweils von der anderen Seite des Pfads. Für jede Bedingung wurden die Teilnehmer dreimal abgefragt: Direkt im Anschluss, zwei Tage später und noch einmal nach vier Monaten. Beim Abfragen sollten sie die 25 Orte nennen und auf einer Karte identifizieren. Die Orte wurden sowohl in der gelernten Reihenfolge als auch durcheinander abgefragt. In der Bedingung, bei der die grafischen Repräsentationen der Zahlen eingeblendete wurden, konnten sich die Teilnehmer an deutlich mehr Orte korrekt erinnern. Dies gilt sowohl für das Abfragen mit und ohne Reihenfolge als auch für alle drei Zeitabstände. Auf einer Skala von 1 (sehr schwer) bis 5 (sehr leicht) sollten die Teilnehmer angeben, wie leicht es war, sich die Orte zu merken. Auch hier wurde die Bedingung mit der grafischen Repräsentation deutlich besser bewertet; nämlich im

¹ Augmented Reality

Schnitt mit 4,1 im Gegensatz zu 1,9.

2.2.3 Physical Loci

Perrault et al. [14] nutzen in ihrer Anwendung „*Physical Loci*“ die Loci-Methode dazu, um ein Set von Computer-Kommandos mit Objekten in einem Raum zu assoziieren. Um die Kommandos mit den *loci* zu assoziieren, muss der Nutzer für jedes Kommando mit dem Arm auf ein Objekt im Raum zeigen und dabei eine Bestätigungsgeste ausführen. Nachdem die Kommandos im Raum verteilt sind, können sie aktiviert werden, indem erneut auf sie gezeigt und die Auswahl mit einer Geste bestätigt wird. Perrault et al. führten mit ihrer Anwendung drei verschiedene Experimente durch um 1.) herauszufinden, ob „*Physical Loci*“ das Erinnern und Auswählen von Kommandos unterstützt und 2.) zu bestimmen, wie lange die assoziierten Kommandos erinnert werden können; auch wenn sie von anderen Nutzern erstellt wurden und 3.) zu untersuchen, welchen Einfluss das Umplatzen auf Genauigkeit und Dauer der Selektion eines Kommandos hat. Im ersten Experiment verglichen sie dazu „*Physical Loci*“ mit einem *mid-air* (in der Luft befindlichen) *marking menu*². Sie stellten fest, dass „*Physical Loci*“ in Bezug auf das Erinnern und Auswählen der Kommandos die *mid-air marking menus* deutlich übertrifft. Im zweiten Experiment konnten sie zeigen, dass 48 Kommandos auch noch „nach einer Woche nahezu perfekt erinnert werden konnten und das überraschenderweise unabhängig davon, ob das Mapping der Kommandos auf die *loci* ihre eigene Wahl oder die von jemand anderem war“. Die Ergebnisse ihres dritten Experiments weisen darauf hin, dass die Kommandos sogar dann noch gefunden werden können, wenn die Position der *loci* verändert wird.

2.2.4 Building a memory palace in minutes

Eigentlich ist diese Forschungsarbeit von Legge et al. [5] der Psychologie zuzuordnen. Auf Grund der Gestaltung ihres Experiments und dessen Relevanz für die HCI wird sie allerdings an dieser Stelle zusammengefasst. Legge et al. [5] untersuchten, welchen Einfluss die Verwendung einer virtuellen Umgebung bei der Anwendung der Loci-Methode auf die Gedächtnisleistung hat. Sie führten dazu ein kontrolliertes Laborexperiment durch, bei dem die Teilnehmer in die folgenden drei Gruppen eingeteilt wurden: „(a) Konventionelle Anwendung der Loci-Methode unter Verwendung einer vertrauten Umgebung, wie zum Beispiel das eigene Haus, (b) Verwendung einer zuvor gezeigten virtuellen Umgebung bei der Anwendung der Loci-Methode und (c) eine Kontrollgruppe, die keine Anweisungen bezüglich Studie und Lerntechnik bekam“ [5].



Abbildung 2.5: Bei dem Laborexperiment von Legge et al. kamen drei verschiedene virtuelle Umgebungen (englisch *virtual environments*) zum Einsatz: Ein Wohnhaus (links), eine Schule (Mitte) und eine Lagerhalle (rechts). *Übernommen aus [5].*

²Bei einem *marking menu* sind die Menüpunkte kreisförmig um ein Zentrum angeordnet. Zur Auswahl wird eine Geste vom Zentrum in die Richtung des gewünschten Menüpunkts durchgeführt.

Das Experiment startete mit einer Probephase, in der die Teilnehmer mit der Navigation unter Verwendung von Maus und Tastatur in einer virtuellen Test-Umgebung vertraut gemacht wurden. Danach wurde ihnen eine Liste von 11 Wörtern präsentiert, die sie sich einprägen sollten. Jedes Wort wurde ihnen dabei für 5 Sekunden gezeigt. Als Nächstes wurden die Wörter in ihrer Reihenfolge abgefragt. Nach der Probephase wurden die Teilnehmer einer der drei in Abbildung 2.5 gezeigten Umgebungen zugeteilt und hatten maximal 5 Minuten Zeit diese zu erkunden. Je nach Gruppe wurden die Teilnehmer dann wie folgt instruiert: Die Gruppen a) und b) bekamen eine Erklärung der Loci-Methode. Gruppe a) sollte das eigene Haus für die Anwendung der Loci-Methode verwenden und Gruppe b) die eben erforschte virtuelle Umgebung. Gruppe c) wurde nicht angewiesen, eine spezielle Lerntechnik zu verwenden. Nach den Instruktionen wurden den Teilnehmern 10 Listen mit jeweils 11 Wörtern präsentiert. Die Listen bestanden jeweils aus 5 Wörtern, die man sich bildlich gut vorstellen kann und aus weiteren 5, die kaum zu verbildlichen sind. Im Anschluss an die Präsentation jeder Liste wurden die Teilnehmer wie auch schon in der Testphase abgefragt. Abschließend wurden die Teilnehmer gebeten, einen Fragebogen auszufüllen. Abbildung 2.6 zeigt eine Abbildung von Legge et al. [5], die den Ablauf des Experiments verdeutlicht.

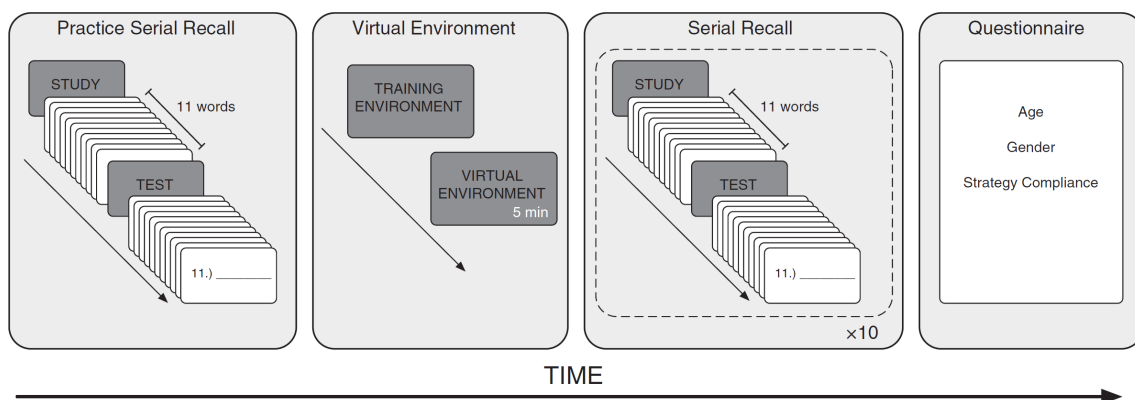


Abbildung 2.6: Der Ablauf des Experiments von Legge et al. [5].

Die Ergebnisse zeigen, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen der konventionellen Anwendung der Loci-Methode und der Anwendung mit einer virtuellen Umgebung gibt. In Bezug auf die Genauigkeit beim Abfragen gab es keinen Unterschied zwischen den Gruppen a) und b), d.h. die Effektivität der Loci-Methode hängt nicht davon ab, ob eine virtuelle oder eine reale Umgebung verwendet wird. Eine weitere Aussage, die Legge et al. [5] auf Grund ihrer Ergebnisse treffen können ist, dass es „keinen Zusammenhang zwischen Verbildlichkeit und Lernstrategie [gibt].“ Zwar bestätigen sie, dass Wörter, die sich gut verbildlichen lassen, leichter mit der Loci-Methode auswendig gelernt werden können. Allerdings trifft das auch auf Gruppe c) zu, bei der die Teilnehmer keine Lernstrategie vorgeschrieben bekamen. Das ist ein Indiz dafür, dass Wörter, die sich gut verbildlichen lassen, generell besser auswendig gelernt werden können; und das unabhängig von der Lernstrategie.

2.2.5 LocoLoco

Krauss [21] entwickelte im Rahmen seiner Bachelorarbeit die Anwendung „*LocoLoco*“: Mit dem Smartphone aufgenommene Fotos werden dabei als Umgebung für die Loci-Methode verwendet. Wie Abbildung 2.7 zeigt, kann der Nutzer in der Anwendung *loci* definieren, diese mit Lerninhalten assoziieren und sich mit einem Quiz abfragen lassen. Auch erhält er Feedback über seinen aktuellen Lernfortschritt. In einer Studie verglich er seinen Prototyp mit der konventionellen Anwendung der Loci-Methode. Die 12 Teilnehmer lernten einmal eine Liste von 12 Wörtern mit der

konventionellen Loci-Methode auswendig und anschließend mit der Anwendung „*LocoLoci*“. Mit der konventionellen Anwendung der Loci-Methode konnten sie im Schnitt 9,58 Wörter anschließend richtig wieder abrufen und machten 4,88 Fehler im Bezug auf die Reihenfolge. Mit „*LocoLoci*“ waren es durchschnittlich 10,25 korrekt erinnerte Wörter und 8,25 in der falschen Reihenfolge. Aufgrund der Ergebnisse kommt Krauss [21] ähnlich wie Legge et al. [5] zu dem Schluss, „dass die Loci-Methode (...) in digitaler wie in traditioneller Weise (...) beinahe gleich gut [funktioniert]“ [21]. Für die Erweiterung seiner Anwendung schlägt er vor, „anstelle herkömmlicher Bilder (...) Panorama- oder sogar 360°-Aufnahmen [zu verwenden].“

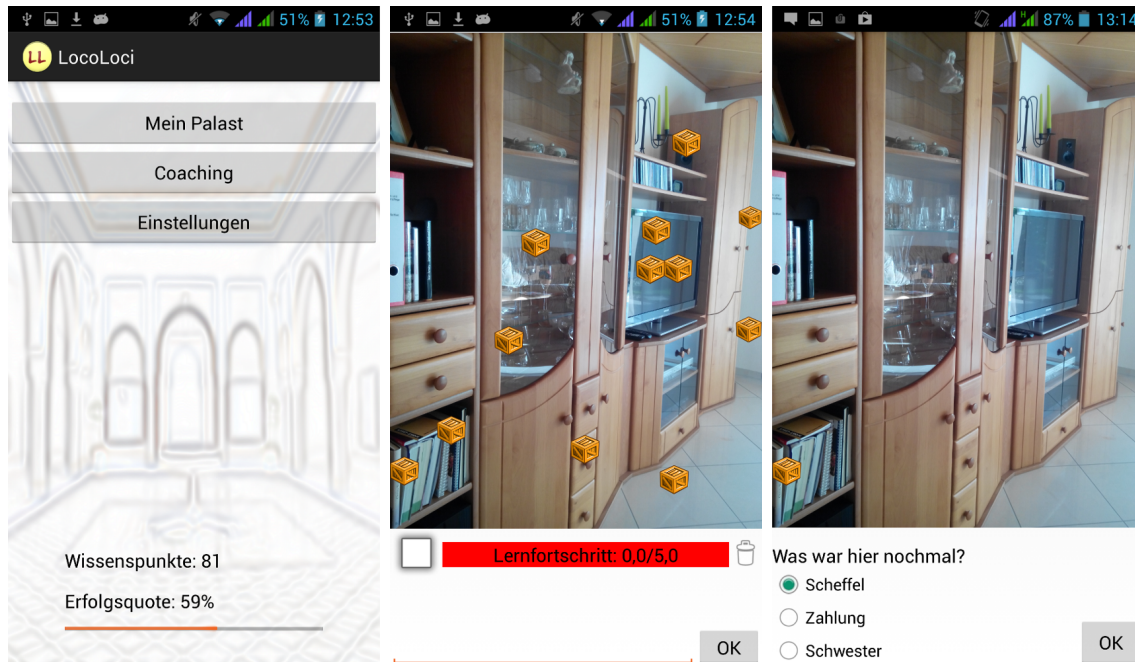


Abbildung 2.7: Die Anwendung *LocoLoci* von Krauss. Übernommen aus [21].

2.3 Räumliche Eingabe als Interaktionstechnik

Ein räumliches Gedächtnis (engl: *Spatial Memory*) ist entscheidend für die Anwendung der Loci-Methode. Deshalb ist es naheliegend, die räumliche Eingabe als Interaktionstechnik für eine Anwendung zur Umsetzung der Loci-Methode in Betracht zu ziehen. In der Seminararbeit wurde bereits die Forschung zur Räumlichen Interaktion ausführlich dargestellt. Im Folgenden sollen die relevanten Erkenntnisse für die Anwendung „*Memo Palace*“ zusammengefasst werden.

2.3.1 Sensoren

Heutigen Smartphones und Tablets besitzen eine ganze Reihe von Sensoren zur Bewegungserkennung und Positionsbestimmung. Tabelle 2.5 gibt einen Überblick über die Sensoren, die gewöhnlich verbaut werden. Vor allem Drehungen, Neigungen und Beschleunigung können mit einer hohen Genauigkeit erkannt werden. Für die absolute Positionierung in einem Raum muss allerdings immer noch auf ein externes Tracking-System zurückgegriffen werden. Die Daten, die der GPS-Empfänger liefert, sind dafür zu ungenau.

Sensor	Beschreibung	Anwendung
Beschleunigungssensor	Ein Beschleunigungssensor oder auch Accelerometer misst für alle drei Achsen (x, y und z) die Beschleunigung in m/s^2 , der das Smartphone ausgesetzt ist.	Bewegungserkennung (z.B. Schütteln, usw.)
Gravitationssensor	Der Gravitationssensor misst die Gravitationskraft für alle drei Achsen (x, y und z) in m/s^2 .	Bewegungserkennung (z.B. Schütteln, usw.)
Gyroskop	Das Gyroskop misst Roll-, Nick- und Gier-Winkel.	Erkennung von Rotationen.
Magnetometer	Der Magnetometer misst die Stärke des ihn umgebenden Magnetfelds für alle drei Achsen (x, y und z) in μT .	Erstellung eines Kompasses.
GPS-Empfänger	Ermittelt über die Signale von GPS-Satelliten den aktuellen Standort auf der Erde.	Positionsbestimmung (z.B. zum Geotagging von Bildern, usw.)

Tabelle 2.5: Übersicht über die in aktuellen mobilen Geräten verbauten Sensoren. Nach [22].

2.3.2 Mapping

Spindler, Stellmach und Dachzelt [23] unterscheiden bei der räumlichen Interaktion zwischen dem *Interaction Space* und dem *Exploration Space*. Unter dem *Interaction Space* verstehen sie den absoluten, physischen Raum, in dem der Nutzer das mobile Gerät bewegt. Als *Exploration Space* bezeichnen sie den relativen, virtuellen Raum, in dem sich die Daten befinden und der auf dem Bildschirm des mobilen Geräts angezeigt wird. Bei der Räumlichen Eingabe werden nun die Bewegungen des mobilen Geräts in x-, y- und z-Richtung innerhalb des *Interaction Space* auf Bewegungen in x-, y- und z-Richtung durch den *Exploration Space* abgebildet. Pahud et al. [24] beschreiben drei verschiedene Möglichkeiten für dieses *Mapping*.

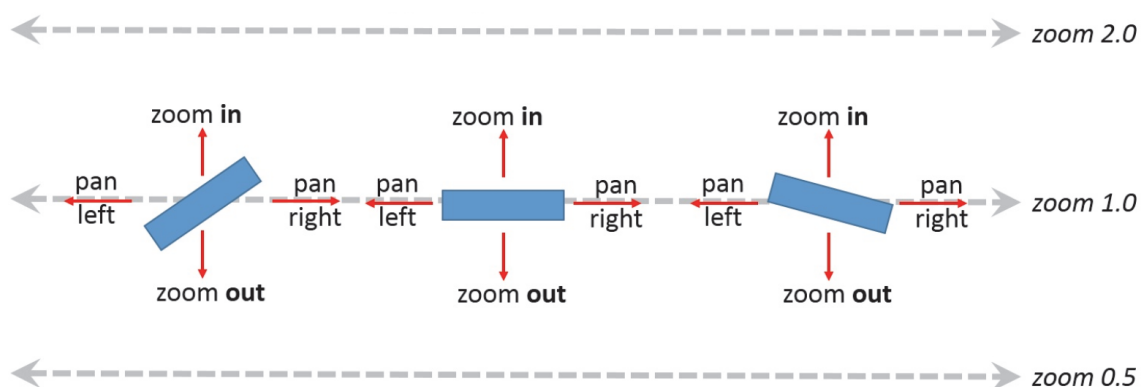


Abbildung 2.8: Fixed planar mapping. Übernommen von Pahud et al. [24]

Beim *Fixed planar mapping* wird das *Panning* innerhalb des *Exploration Space* durch Bewegungen in x- oder y-Richtung in Bezug auf den *Interaction Space* umgesetzt. Die verschiedenen Zoomstufen werden Ebenen im *Interaction Space* zugeordnet. Will man die Zoomstufe nicht verändern, muss das Gerät also beim *Panning* auf der selben Ebene gehalten werden. Das ist besonders auf einer Ebene schwierig, da sich der Abstand zum Nutzer entlang der Ebene ändert. Abbildung 2.8 verdeutlicht

das *Fixed planar mapping* noch einmal.

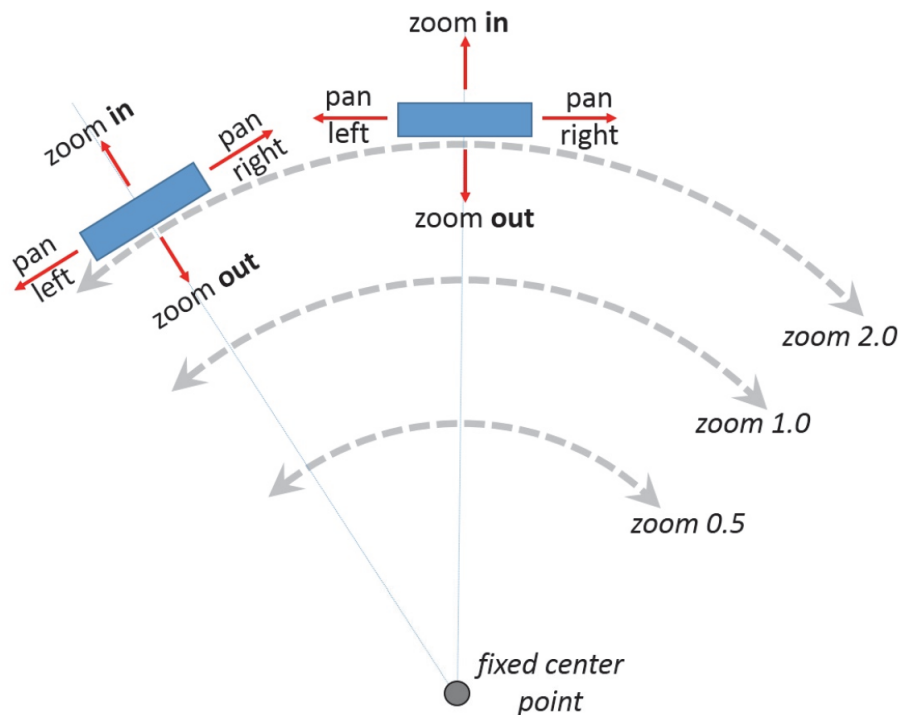


Abbildung 2.9: Fixed spherical mapping. Übernommen von Pahud et al. [24]

Das *Fixed spherical mapping* gleicht den Nachteil des *Fixed planar mapping* aus und ist in Abbildung 2.9 zu sehen. Hier werden die Zoomstufen Kreisen um den Nutzer herum zugeordnet. Der Grund dafür ist die Beobachtung, dass Benutzer bei der räumlichen Interaktion dazu tendieren, das mobile Gerät in bogenförmigen Bewegungen um sich herum zu bewegen. Das *fixed spherical mapping* bringt allerdings den Nachteil mit sich, dass das *Panning* nahe am Mittelpunkt immer sensibler wird.

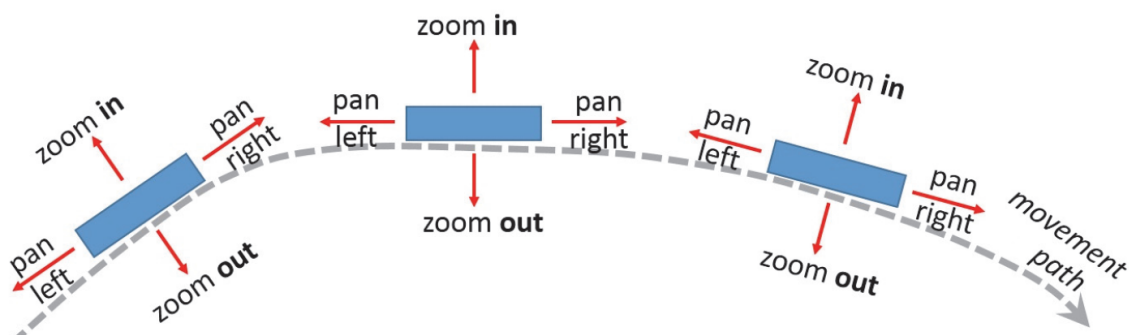


Abbildung 2.10: Dynamic mapping. Übernommen von Pahud et al. [24]

Abbildung 2.10 zeigt das *Dynamic mapping in local device orientation*. Das *Panning* wird hier Bewegungen in x- oder y-Richtung in Bezug auf das mobile Gerät zugeordnet. Gezoozt wird durch Bewegungen in Richtung der Normalen zum Display des Geräts. Das bringt den großen Vorteil mit sich, dass die Interaktion von der Position des Nutzers entkoppelt wird und damit immer gleich funktioniert und in jeder Position gleich sensibel ist.

2.3.3 Cursor

Fitzmaurice, Zhai und Chignell [25] empfehlen für die räumliche Eingabe einen *Cross-Hair-Cursor* (d. h. ein Fadenkreuz-Cursor), der fest in der Mitte des Bildschirms platziert ist. Elemente, die sich unter dem *Cursor* befinden, werden selektiert. Die Selektion sollte zusätzlich durch das Drücken eines Knopfes bestätigt werden. Hinckley et al. [26] beschreiben den Mechanismus, der sich hinter dieser Art von Cursor verbirgt, als *Ray Casting*. Ein Strahl wird vom Mittelpunkt des Displays aus in die 3D-Szene „geschossen“. Elemente, die von dem Strahl getroffen werden, können selektiert werden.

2.3.4 Metaphern

Bei den Metaphern kann zwischen Kontroll-Metaphern und Metaphern für den *Exploration Space* unterschieden werden.

Die wohl gängigste **Kontroll-Metapher** wird als „*Peephole Display*“, „*Lens-in-Hand*“ oder auch „*Chameleon*“-Metapher bezeichnet. Das mobile Gerät fungiert als Lupe, Schlüsseloch oder Sucher einer Kamera. Durch das Schlüsseloch bzw. die Lupe schaut der Nutzer in den *Exploration Space* hinein. Er kann immer nur einen Ausschnitt des gesamten *Exploration Space* sehen. Indem er die Lupe (d. h. das mobile Gerät) verschiebt, kann er einen anderen Bereich betrachten. Abbildung 2.11 von Yee [27] verdeutlicht die Metapher sehr gut.

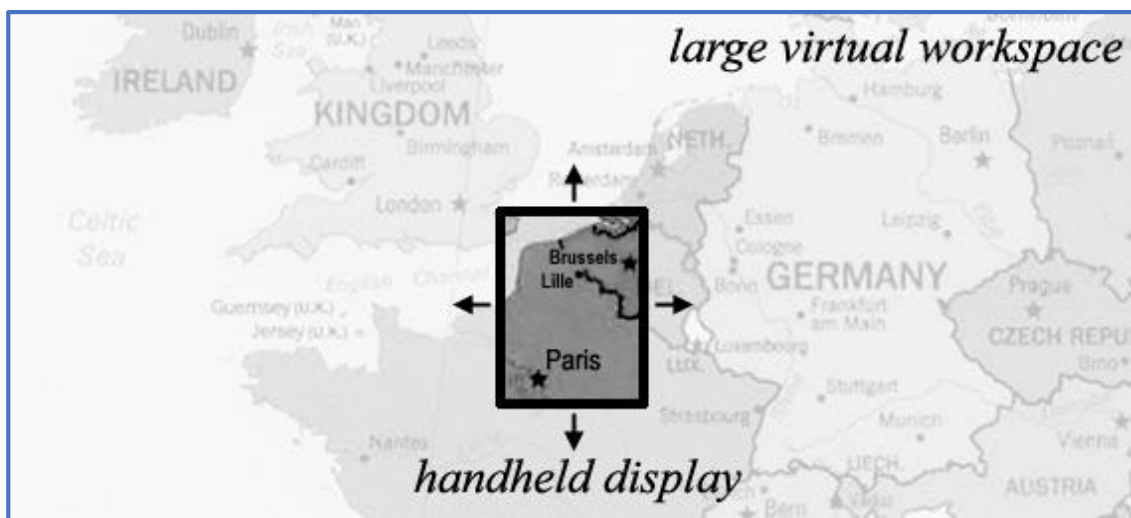


Abbildung 2.11: Die „*Peephole Display*“-Metapher von Yee. Übernommen aus [27].

Bei den **Metaphern für den *Exploration Space*** finden sich zwei unterschiedliche Arten: Die eine beschränkt den *Exploration Space* auf den Bereich vor dem Nutzer. Dazu gehört zum Beispiel das „*Virtual Cubic Spreadsheet*“ von Fitzmaurice, Zhai und Chignell [25], welches in Abbildung 2.12 (links) zu sehen ist. Man kann es sich wie ein dreidimensionale Tabelle vorstellen, von der das mobile Gerät immer eine Zelle zeigt. Durch Bewegungen in x-,y- oder z-Richtung kann man zu einer anderen Zelle wechseln. Die andere wird von Fitzmaurice „*Donut Shape Metapher*“ genannt und setzt den Nutzer in die Mitte des *Exploration Space*, der die Form einer Kugel hat. Ein Beispiel dafür sind die „*Virtual Shelves*“ von Li, Dearman und Truong [28] (cf. Abbildung 2.12 rechts), bei denen die Anwendungen des mobilen Geräts (z. B. Telefonbuch, Kamera, Musikplayer usw.) rund um den Nutzer herum angeordnet sind und er sich zum Starten einer Anwendung in die entsprechende Richtung dreht.

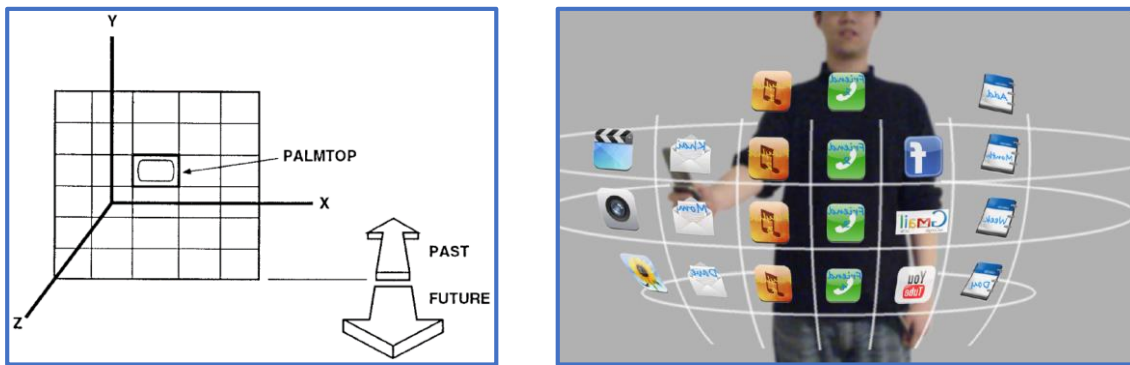


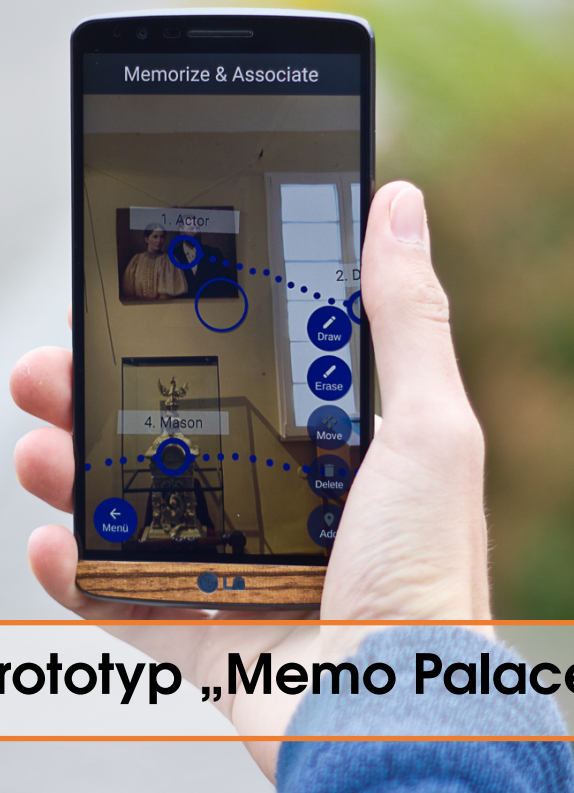
Abbildung 2.12: Das *Virtual Cubic Spreadsheet* von Fitzmaurice, Zhai und Chignell [25], bei dem der *Exploration Space* vor dem Nutzer angeordnet ist (l.). Die *Virtual Shelves* von Li, Dearman und Truong [28], bei denen der *Exploration Space* um den Nutzer herum angeordnet ist (r.). *Übernommen aus [25] bzw. [28].*

2.4 Fazit und Hypothese

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Charakteristiken der Loci-Methode aus Sicht der Psychologie bereits sehr gut erforscht sind (z. B. [1, 3, 4, 6, 7, 8, 11]). Auch wurde ihre Effektivität in mehreren Studien belegt und ist allgemein anerkannt [7, 8]. Allerdings wurde auch festgestellt, dass die Loci-Methode mental sehr fordernd ist [1, 4, 14] und ihre Anwendung zunächst einmal trainiert werden muss [5]. Diese Hürde wirkt abschreckend und hält von der Verwendung der Loci-Methode ab; ungeachtet ihrer Effektivität. In der HCI gibt es bisher nur wenige Arbeiten zur Loci-Methode. Bei den meisten Studien handelt es sich zudem um kontrollierte Laborexperimente. Ein Grund dafür ist, dass mobile Geräte zum Zeitpunkt bisheriger Studien noch nicht mit den nötigen Sensoren ausgestattet waren, um eine räumliche Interaktion ohne ein externes Trackingsystem zur ermöglichen. Heute ist das allerdings der Fall und für die Studie, die in dieser Arbeit behandelt wird, wurde eine entsprechende Anwendung mit dem Namen „*Memo Palace*“ als Studienprototyp auch entwickelt. Zur Herabsetzung der mentalen Hürde wird der Nutzer dabei durch die visuelle Repräsentation einer Umgebung mit verschiedenen *loci* unterstützt. Die Interaktion mit der Anwendung erfolgt entweder über panning oder über die räumliche Eingabe. Da mittels Gyroskop und Magnetometer vor allem Rotationen erkannt werden können, wird bei der räumlichen Interaktion das *Fixed spherical mapping* [24] als Abbildung von *Interaction Space* auf *Exploration Space* [23] verwendet. Als Metapher für den *Exploration Space* kommt die gleiche wie bei den *Virtual Shelves* von Li et al. [28] zum Einsatz; der *Exploration Space* ist also eine Kugel in deren Zentrum der Nutzer sich befindet. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse sowohl von Kemp und Krogt [11] als auch von Bower [1], die die Effektivität der Loci-Methode in Abhängigkeit zur eigenen kognitiven Aktivität stellen, wird abschließend folgende **Hypothese** aufgestellt:

Es besteht ein *Trade-off* (d. h. eine gegenläufige Abhängigkeit) zwischen einem geringeren mentalen Aufwand bei der Anwendung der Loci-Methode und der Effektivität der Methode. Wird der mentale Aufwand durch eine visuelle Repräsentation der *loci* herabgesetzt, verringert sich auch die Effektivität der Methode.

Es gilt also zu klären, ob das Herabsetzen des mentalen Aufwands mittels visueller Stimuli sich negativ auf die Effektivität der Loci-Methode auswirkt. Zur Überprüfung der Hypothese wurde Studienprototyp entwickelt. Er wird im nächsten Kapitel ausführlich beschrieben. Auf Grund der Immersion der räumlichen Eingabe besteht die Erwartung, dass sie einen positiven Effekt auf die Effektivität der Loci-Methode hat. Auch diese Erwartung sollte mit dem Prototypen in der Studie überprüft werden.



3. Studienprototyp „Memo Palace“

Die App „*Memo Palace*“ wurde mit dem Ziel entwickelt, die Anwendung der Loci-Methode durch eine Herabsetzung ihrer mentalen Hürde zu erleichtern, attraktiver zu machen und das Erlernen der Methode implizit zu unterstützen. Zur Überprüfung der am Ende von Kapitel 2 aufgestellten Hypothese wurden drei verschiedene Versionen der Anwendung entwickelt, die die Anwendung der Loci-Methode unterschiedlich stark unterstützen. In diesem Kapitel wird das Design des „*Memo Palace*“ vorgestellt. Dazu werden zunächst die Anforderungen an die App aufgelistet, die sich aus der vorgestellten Literatur und den Grundlagen ableiten lassen. Anschließend werden die drei Versionen der Anwendung – *Spatial Loci*, *Panning Loci* und *No Loci* – einzeln beschrieben.

3.1 Anforderungen

Für die Anwendung der Loci-Methode ist es von entscheidender Bedeutung, dass man sich die *loci* in Verbund mit den mentalen Bildern für die Lerninhalte eingepägt hat und sich auch an den Pfad, der sie verbindet, erinnern kann. Nur so können die Lerninhalte zum Beispiel in einer Prüfungssituation wieder erfolgreich abgefragt werden. Die Loci-Methode lässt sich also in zwei Schritte bzw. Phasen einteilen: Das „**Verknüpfen & Einprägen**“ der *loci* mit den mentalen Bildern und das „**Abfragen**“ der Lerninhalte. Aus der Literatur und den Grundlagen (Kapitel 2) lassen sich für beide Phasen verschiedene Anforderungen an die App „*Memo Palace*“ ableiten, die im Folgenden aufgelistet und beschrieben werden sollen.

In Phase I, dem „**Verknüpfen & Einprägen**“, sollte zur visuellen Unterstützung und zur Herabsetzung der mentalen Einstiegshürde der Loci-Methode eine Umgebung angezeigt werden. In dieser Umgebung sollten Loci markiert und mit Lerninhalten assoziiert werden können. Während der gesamten Phase sollten die bereits verknüpften Loci-Lerninhalt-Kombinationen sichtbar bleiben um das Einprägen zu erleichtern. Falls solch eine Loci-Lerninhalt-Kombination nicht gut funktioniert, sich also nur schwer einprägen lässt, muss der Nutzer sie auch neu definieren bzw. den Lerninhalt mit einem andern *locus* assoziieren können. Um die *loci* in eine Reihenfolge zu bringen und zu verhindern, dass eine Loci-Lerninhalt-Kombination beim Einprägen vergessen wird, sollte der

Nutzer die *loci* mit einem Pfad verbinden können, der in der Umgebung visualisiert werden muss. In folgender Übersicht werden die Anforderungen für Phase I noch einmal zusammengefasst:

Phase I: Verknüpfen & Einprägen

- A1 Visualisierung der Umgebung:** Zur Reduzierung der mentalen Belastung des Nutzers sollte eine Umgebung mit einer Auswahl von mehreren *loci* sichtbar sein.
- A2 Loci verwalten:** *loci* müssen in der Umgebung markiert und mit Lerninhalten assoziiert werden können. Eine einmal erstellte Kombination eines *locus* mit dem assoziierten Lerninhalt muss auch wieder neu definiert werden können.
- A3 Sichtbarkeit der Loci-Lerninhalt-Kombinationen:** Bereits definierte Kombinationen von *loci* und assoziierten Lerninhalten muss während der gesamten Phase I sichtbar bleiben.
- A4 Definition und Visualisierung des Loci-Pfads:** Die *loci* sollten vom Nutzer mit einem Pfad verbunden und in eine Reihenfolge gebracht werden können. Der Pfad muss in der Umgebung visualisiert werden.

Übersicht 3.1: Anforderungen, die für die App aus der ersten Phase der Loci-Methode abgeleitet wurden.

In Phase II, dem „Abfragen“, geht man die *loci* entlang des Pfades ab. Dafür muss die Anwendung die markierten Loci in der Umgebung und den Pfad anzeigen. Die mit den *loci* assoziierten Lerninhalte sollten dabei ausgeblendet werden. Bei jedem *locus* sollte die Anwendung den Nutzer nach dem assoziierten Lerninhalt fragen. Anschließend sollte die richtige Antwort angezeigt werden, damit der Nutzer überprüfen kann, ob er sie gewusst hat. Des Weiteren sollte die Anwendung zur Unterstützung des Lernprozesses dem Nutzer Feedback über seinen Lernfortschritt geben, damit er erkennen kann, bei welchen *loci* er die zugehörigen Lerninhalte bereits gut beherrscht und bei welchen er noch Probleme hat. Die folgende Übersicht bietet eine Zusammenfassung der Anforderungen von Phase II:

Phase II: Abfragen

- A5 Visualisierung von *loci* und Route:** Beim Abfragen sollte der Nutzer von *locus* zu *locus* geführt werden. Dazu müssen sowohl der Pfad als auch die *loci* sichtbar sein.
- A6 Lerninhalte zur Selbstkontrolle an den *loci* abfragen:** Damit der Nutzer testen kann, ob er sich an den mit einem *locus* assoziierten Lerninhalt erinnern kann, sollte dieser abgefragt werden. Anschließend sollte der Lerninhalt zur Überprüfung angezeigt werden.
- A7 Feedback über den Lernfortschritt:** Der Nutzer sollte Feedback über seinen Lernfortschritt bekommen, damit er problematische Kombinationen von *loci* mit Lerninhalten identifizieren kann.

Übersicht 3.2: Anforderungen, die für die App aus der zweiten Phase der Loci-Methode abgeleitet wurden.

3.2 Umsetzung

Die Anwendung „Memo Palace“ wurde zunächst für Android entwickelt und anschließend nach iOS portiert. Bei der Entwicklung kam die Spiele-Engine *Unity* [29] in Verbund mit dem Texteditor *MonoDevelop* zum Einsatz. Der Programmcode wurde in C# geschrieben. Während der Implementierung wurde das Projekt mit Hilfe eines SVN-Repositories gesichert und versioniert. Das Design der Anwendung orientiert sich grob am Material-Design von Google [30]. Insbesondere die Farben [31] und Icons [32] wurden daraus entnommen.

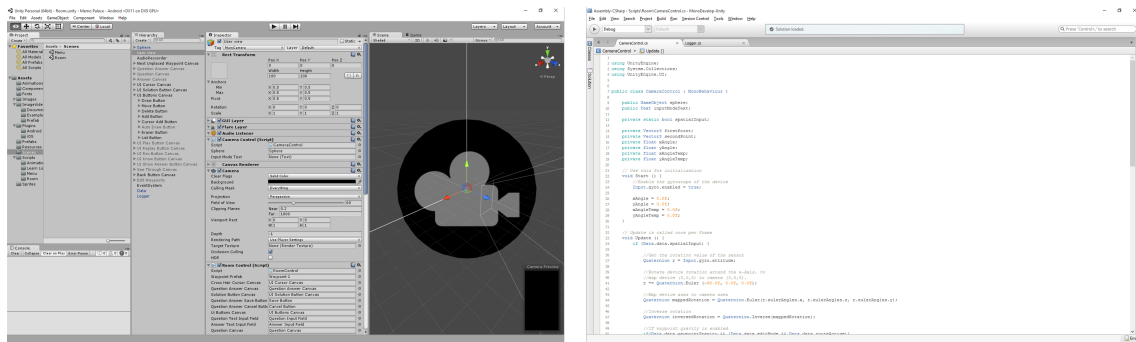


Abbildung 3.1: Unity (links) und MonoDevelop (rechts).

3.2.1 Menü

Im „Memo Palace“ werden die Umgebungen als Räume bezeichnet und im Menü der Anwendung aufgelistet (cf. Abbildung 3.2). Jeder Raum lässt sich sowohl im Modus „Verknüpfen & Einprägen“ **1** als auch im Modus „Abfragen“ **2** öffnen. Es wird also entsprechend der beiden Phasen der Loci-Methode unterteilt. Das Menü ermöglicht das Anlegen neuer Räume und das Löschen vorhandener. Außerdem sind die Einstellungen der Anwendung von hier aus zugänglich. In ihnen wird festgelegt, ob die Anwendung sich in der Version *Spatial Loci*, *Panning Loci* oder *No Loci* präsentiert. In den folgenden Abschnitten werden die drei verschiedenen Versionen einzeln beschrieben.

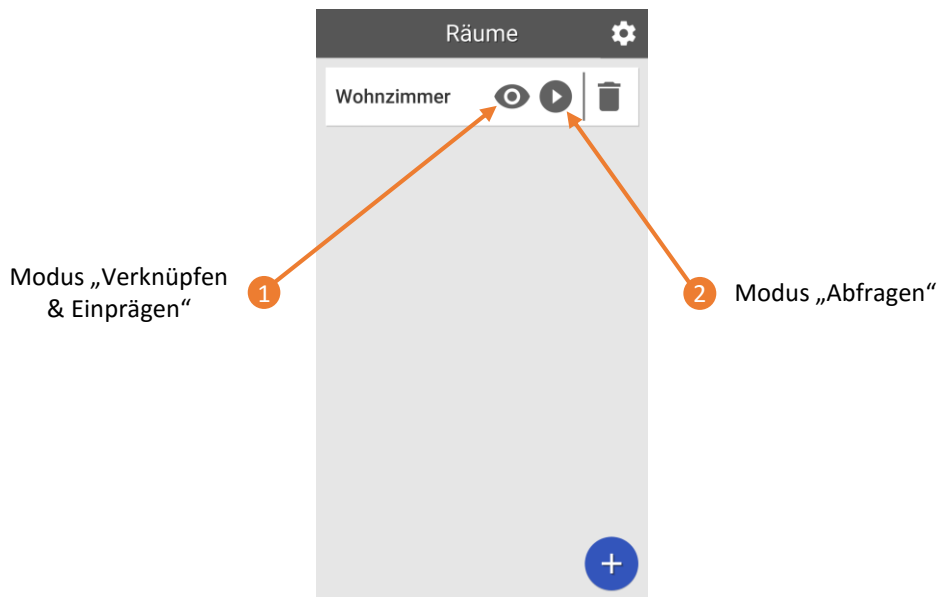


Abbildung 3.2: Ein Raum wurde im Menü der Anwendung angelegt und kann jetzt entweder in dem Modus „Verknüpfen & Einprägen“ oder „Abfragen“ geöffnet werden.

3.2.2 Version 1: Spatial Loci

Beim Anlegen eines Raums in der Version *Spatial Loci* wird eine beliebige, auf dem Gerät gespeicherte, Fotosphäre ausgewählt. Sie kann zuvor zum Beispiel mit der Kamera des Gerätes aufgenommen oder aus dem Internet heruntergeladen worden sein. Die Navigation durch die Fotosphäre basiert auf räumlicher Interaktion. Dabei kommt neben der *Peephole Display* Metapher von Yee [27] auch die *Donut Shape* Metapher von Fitzmaurice, Zhai und Chignell [25] zum

Einsatz: Die Fotosphäre hat die Form einer Kugel in deren Zentrum sich der Nutzer befindet. Durch kreisförmige Bewegungen um sich herum kann er sich in ihr umschauen. Je nach Drehung wird immer der entsprechende Ausschnitt der Fotosphäre auf dem Bildschirm des mobilen Geräts angezeigt. Mittels eines fest in der Mitte des Displays platzierten Cursors können Dinge selektiert werden.

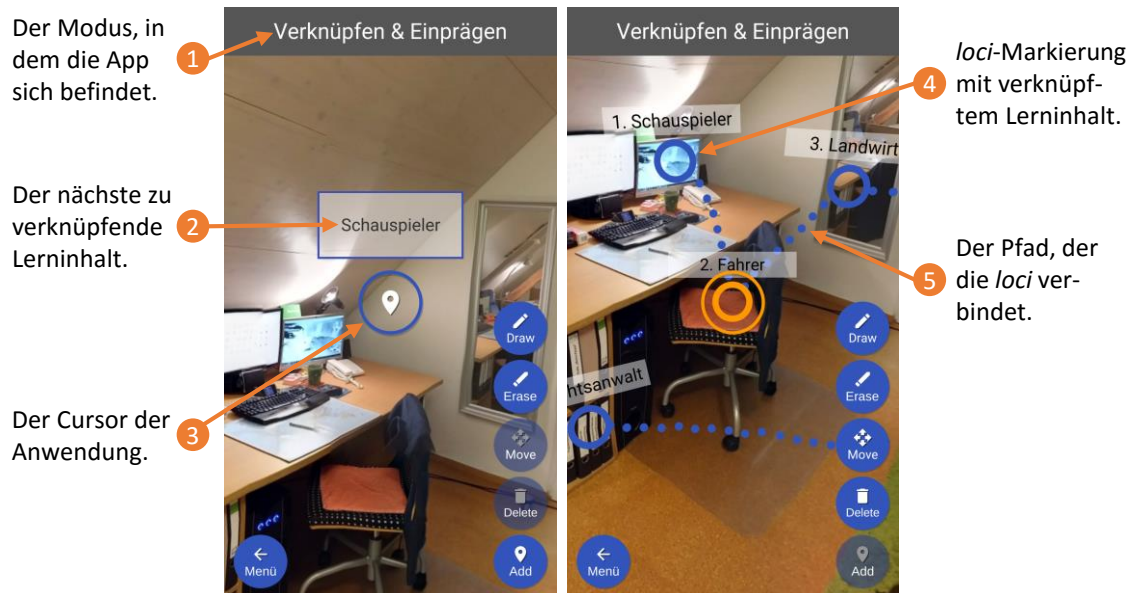


Abbildung 3.3: Die Version *Spatial Loci* im Modus „Verknüpfen & Einprägen“ (1). Der nächste zu verknüpfende Lerninhalt (2) wird über dem Cursor (3) angezeigt. Über einem markierten *locus* wird der assoziierte Lerninhalt angezeigt (4). Loci können zudem mit Routenlinien verbunden werden (5).

Abbildung 3.3 zeigt die Version *Spatial Loci* im Modus „Verknüpfen & Einprägen“ (1). Hier lassen sich *loci* in der Fotosphäre mit einem blauen Ring markieren und mit einem Lerninhalt assoziieren (4). Dazu muss der Cursor (3) einfach über den gewünschten *locus* gebracht und anschließend auf den „Add“-Button gedrückt werden. In der Studie wurde ein vordefiniertes Set von Begriffen als Lerninhalte verwendet. Der Begriff, der mit der nächsten platzierten Loci-Markierung assoziiert wird, ist deshalb vorgegeben und wird über dem Cursor eingeblendet (2).






	Pfade zwischen <i>loci</i> zeichnen.
	Pfade zwischen <i>loci</i> löschen.
	<i>Loci</i> -Markierung verschieben.
	<i>Loci</i> -Markierung löschen.
	<i>Loci</i> -Markierung setzen und mit angezeigtem Lerninhalt verknüpfen.

Tabelle 3.1: Übersicht über die verschiedenen Funktionen.

Einmal markierte *loci* können mit dem „Move“-Button an eine neue Position verschoben werden. Mit dem „Delete“-Button lassen sie sich auch wieder löschen. Markierte *loci* lassen sich durch Pfade bzw. Routen verbinden (5). Dabei kommen die Buttons „Draw“ und „Erase“ zum Einsatz: Mit dem „Draw“-Button kann eine Route gezeichnet werden und der „Erase“-Button dient

zum Löschen vorhandener Routen. Tabelle 3.1 fasst die verschiedenen Funktionen noch einmal zusammen.

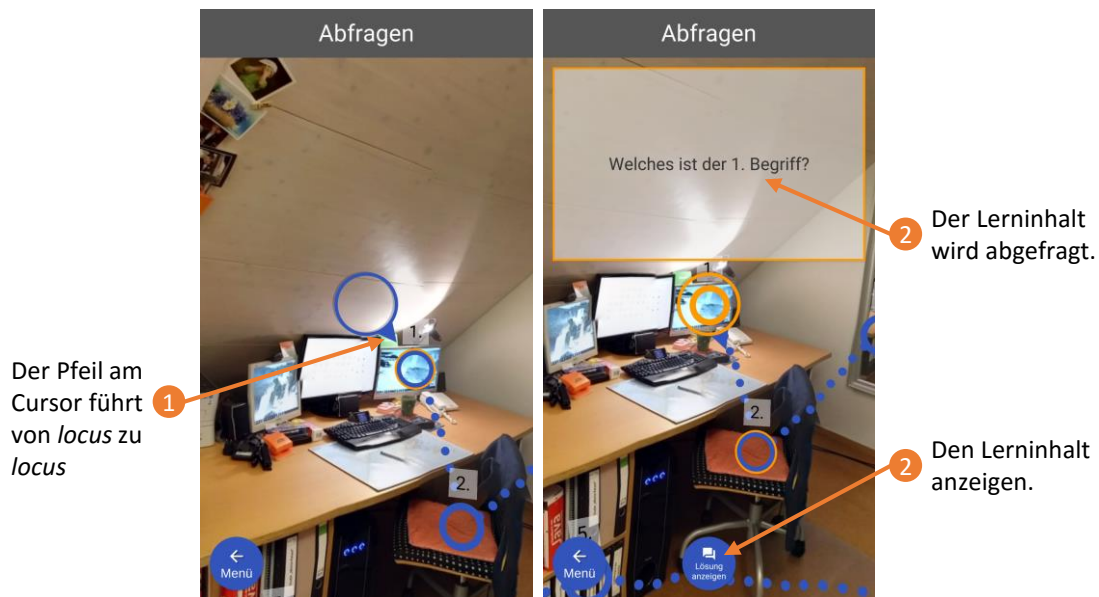


Abbildung 3.4: ① Ein Pfeil am Cursor führt von locus zu locus. ② Der Nutzer wird nach dem Lerninhalt gefragt, den er mit diesem locus assoziiert hat.

Im Modus „**Abfragen**“ (cf. Abbildung 3.4) führt zusätzlich zu den Pfaden ein kleiner Pfeil am Cursor den Nutzer von locus zu locus ①. Zudem wird der nächste locus mit einem orangefarbenen Ring um den blauen Kreis herum hervorgehoben. An einem locus wird der Lerninhalt jetzt nicht mehr angezeigt, sondern nur die Markierung und die Nummer. Fährt der Nutzer mit dem Cursor über eine Loci-Markierung, wird er durch haptisches Feedback darauf aufmerksam gemacht. Um die Selektion mittels räumlicher Navigation zu erleichtern, sind die Loci-Markierungen mit einer Art Magnetismus versehen; d. h. der Cursor rastet an dem locus ein.



Abbildung 3.5: Der Lerninhalt wird eingeblendet und der Nutzer gibt Feedback ab (links). Die loci-Markierung wird anschließend dem Feedback entsprechend grün (Mitte) oder rot (rechts) eingefärbt.

Zur Aufhebung der Selektion muss deshalb eine etwas stärkere Bewegung ausgeführt werden. Für die Dauer der Selektion wird eine Box eingeblendet, in der nach dem zugehörigen Lerninhalt gefragt wird **2**. Nachdem der Nutzer auf „Lösung anzeigen“ gedrückt hat **3**, kontrolliert er, ob er den Lerninhalt gewusst hat. Anschließend gibt er mit den Buttons „Gewusst“ und „Nicht gewusst“ entsprechendes Feedback (cf. Abbildung 3.5 links) ab. Loci-Markierungen deren Lerninhalte beim letzten Abfragen gewusst wurden, werden grün eingefärbt (Mitte). Bei nicht gewussten Lerninhalten wird die Markierung in Rot dargestellt (rechts). Unbesuchte Loci-Markierungen haben die Farbe Blau.

3.2.3 Version 2: Panning Loci

Visuell weist *Panning Loci* keine Unterschiede gegenüber *Spatial Loci* auf. Allerdings erfolgt die Navigation durch die Fotosphäre hier mittels auf *Touch* basierendem *Panning*. Die Richtung des *Panning* kann je nach Vorliebe des Nutzers in den Einstellungen der Anwendung invertiert werden. Durch die Fotosphäre wird der Nutzer zwar weiterhin visuell bei der Anwendung der Loci-Methode unterstützt, aber nicht mehr durch die räumliche Interaktion.

3.2.4 Version 3: No Loci (Kontrollbedingung)

Die Version „*No Loci*“ dient in der Studie als Kontrollbedingung und verzichtet deshalb auf eine Visualisierung der *loci*, d.h. es kommt keine Fotosphäre zum Einsatz und der Nutzer ist auf seine Vorstellungskraft bei der Anwendung der Loci-Methode angewiesen. Im Modus „**Verknüpfen & Einprägen**“ wird deshalb anstelle der Fotosphäre eine nummerierte Liste der Lerninhalte angezeigt (cf. Abbildung 3.6 links). Dabei sind immer mehrere Lerninhalte auf einmal zu sehen. Mittels *Touch*-Eingabe kann der Nutzer durch die Liste *scrollen*. Im Modus „**Abfragen**“ werden die Lerninhalte ausgeblendet und es sind nur noch die Nummern zu sehen (Mitte). Tippt der Nutzer auf eine Nummer, wird er nach dem zugehörigen Lerninhalt gefragt (rechts).

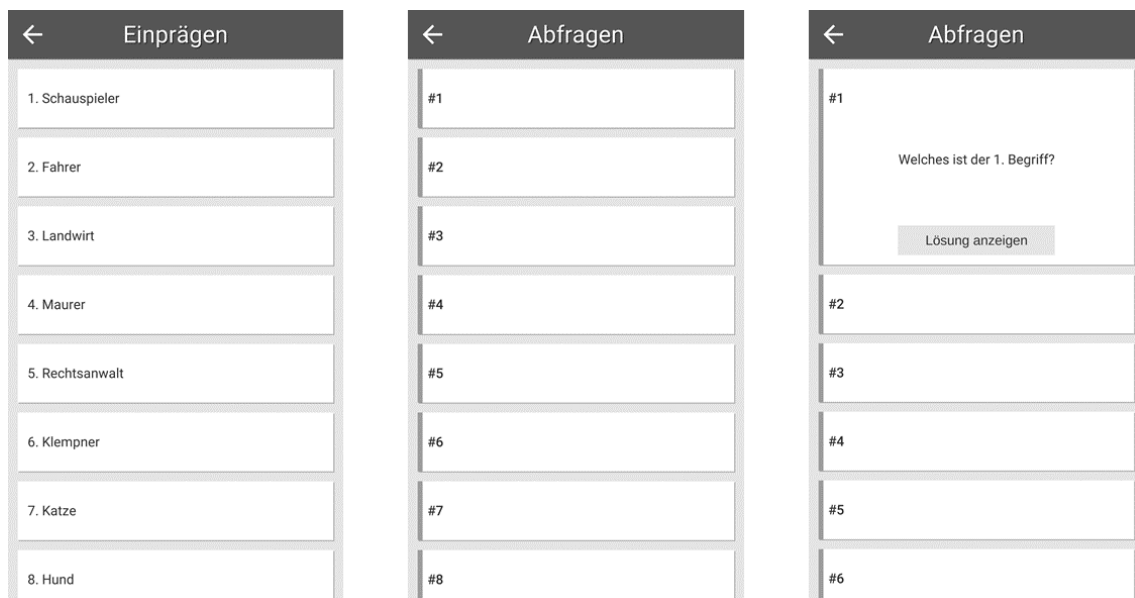


Abbildung 3.6: Im Modus „Einprägen“ (links) zeigt die Version *No Loci* eine nummerierte Liste der Lerninhalte. Beim „Abfragen“ (Mitte) sind nur noch die Nummern zu sehen. Tippt man auf eine Nummer, wird der Lerninhalt abgefragt (rechts).

Anschließend kann er sich die Lösung anzeigen lassen und wie in den Versionen *Spatial Loci*

und *Panning Loci* Feedback darüber abgeben, ob er sich an den Lerninhalt erinnern konnte oder nicht (cf. Abbildung 3.7 links). Der graue Balken auf der linken Seite der Nummer wird dann entsprechend rot oder grün eingefärbt. Ein grauer Balken bedeutet daher, dass der Lerninhalt noch nicht abgefragt wurde (rechts).

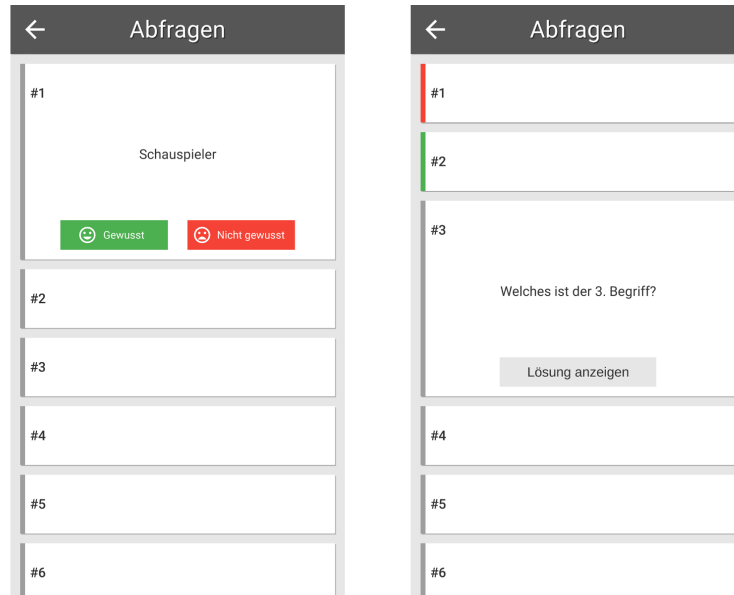


Abbildung 3.7: Nach dem Abfragen gibt der Nutzer mit den beiden Buttons „Gewusst“ und „Nicht gewusst“ Feedback darüber, ob er den Lerninhalt gewusst hat oder nicht (links). Anschließend werden die Lerninhalte entsprechend grün oder rot markiert (rechts).

3.2.5 Überblick über die drei Versionen

Tabelle 3.2 fasst die Unterschiede der einzelnen Versionen des „Memo Palace“ noch einmal zusammen. Im Einklang mit der am Ende von Kapitel 2 aufgestellten Hypothese wird erwartet, dass die Anwendung der Version *No Loci* zwar sehr effektiv ist, aber auch die mentalen Anforderungen und die Einstiegshürde entsprechend hoch sind. Die Versionen *Panning Loci* und *Spatial Loci* sollten die mentalen Anforderungen absenken, aber Einbußen bei der Effektivität aufweisen. Auf Grund der räumlichen Eingabe sollte *Spatial Loci* allerdings effektiver als *Panning Loci* sein.

	No Loci (Kontrollbedingung)	Panning Loci	Spatial Loci
Navigation & Interaktion	Toucheingabe	Touchbasiertes Panning	Räumliche Eingabe
Loci & Begriffe	Begriffsliste, keine Visualisierung der Loci	Loci können in einer Fotosphäre markiert und mit textuellen Repräsentationen der Begriffe, die gelernt werden sollen, verknüpft werden.	
Route	Reihenfolge der Begriffe in der Liste und Nummerierung	Die werden nummeriert und können durch Routenlinien verbunden werden. Außerdem führt ein Pfeil am Cursor von <i>Locus</i> zu <i>Locus</i> .	

Tabelle 3.2: Überblick über die wesentlichen Unterschiede der drei Versionen.

4. Durchführung der Studie

Bevor das Studiendesign ausgeführt wird, stellt dieses Kapitel zunächst die Forschungsfragen vor, mit denen die Hypothese aus Kapitel 2 überprüft werden soll. Auch werden die unabhängigen und abhängigen Variablen zusammen mit ihrer Operationalisierung beschrieben. Anschließend wird die Durchführung von Pilot- und Hauptstudie erläutert. Dabei werden die jeweiligen Teilnehmer, der Ablauf und die Aufgabenstellung beschrieben.

4.1 Forschungsfragen, Variablen und Operationalisierung

Zur Bewertung der drei Versionen des „Memo Palace“ sollten mit der Studie die drei in Übersicht 4.1 gezeigten Forschungsfragen beantwortet werden:

- F1 Effektivität:** Beeinflussen die verschiedenen Versionen die Effektivität bei der Anwendung der Loci-Methode?
- F2 Wahrgenommene Systemunterstützung:** In welchem Grad unterstützen die beiden Versionen *Spatial Loci* und *Panning Loci* die Anwendung der Loci-Methode im Vergleich zur Version *No Loci*?
- F3 Verhaltensmuster:** Wie nutzen die Teilnehmer die Anwendung in ihrem Alltag? Rufen die unterschiedlichen Versionen verschiedene Verhaltensmuster hervor?

Übersicht 4.1: Forschungsfragen.

Die Version der Anwendung (cf. Tabelle 3.2, S.33) war während der Studie die **unabhängige Variable**. Für die drei Forschungsfragen wurden außerdem verschiedene **abhängige Variablen** definiert. Sie werden im Folgenden beschrieben und in Tabelle 4.1 abschließend noch einmal zusammengefasst.

Zur Beurteilung der **Effektivität (F1)** sollten die Teilnehmer 40 Begriffe in vorgegebener Reihenfolge mit der ihnen zugeteilten Version der Anwendung „Memo Palace“ auswendig lernen. Ähnlich

wie bei Roediger [8] fließen sowohl die Anzahl der korrekt erinnerten Begriffe als auch die Anzahl der Begriffe, die sie in der richtigen Reihenfolge wiedergeben konnten, in die Bewertung mit ein (*Lenient vs. Strict criterion*, cf. S. 16). Die abhängigen Variablen sind also die insgesamt Anzahl korrekt erinnerten Begriffe und die Anzahl korrekt erinnerten Begriffe in der richtigen Reihenfolge. Die Effektivität wurde zweimal durch schriftliches Abfragen geprüft: Einmal direkt im Anschluss an die Studie und ein zweites Mal eine Woche später in einem Online-Fragebogen.

Für Bewertung der **Wahrgenommenen Systemunterstützung (F2)** wurden die Teilnehmer im abschließenden Leitfadeninterview gebeten, die Unterstützung ihre Version des „Memo Palace“ bei der Anwendung der Loci-Methode auf einer Skala von 0-10 zu bewerten. Auch sollten sie qualitative Aussagen im Bezug auf die Systemunterstützung treffen.

Verhaltensmuster (F3) wurden über die abhängigen Variablen „Verwendungsdauer“, „Verwendungskontext“, und „Wahl von Loci, Routen & Umgebung“ bestimmt. Um die Verwendungsdauer zu messen und um Muster in der Wahl von Loci, Routen & Umgebung erkennen zu können, wurde die Interaktion der Teilnehmer mit der Anwendung automatisiert über Log-Dateien dokumentiert. Der Verwendungskontext wurde in einem abschließenden Leitfadeninterview (engl. *semi-structured interview*) abgefragt.

Forschungsfrage	Abhängige Variablen	Operationalisierung
F1 Effektivität	<ul style="list-style-type: none"> • Insgesamte Anzahl korrekt erinnerten Begriffe • Anzahl korrekt erinnerten Begriffe in der richtigen Reihenfolge 	<ul style="list-style-type: none"> • Schriftliches Abfragen (Interview und Online-Fragebogen)
F2 Wahrgenommene Systemunterstützung	<ul style="list-style-type: none"> • Bewertung auf einer Skala von 0-10 • Bewertung mittels qualitativer Aussagen 	<ul style="list-style-type: none"> • Interview • Interview
F3 Verhaltensmuster	<ul style="list-style-type: none"> • Verwendungsdauer • Verwendungskontext • Wahl von Loci, Routen & Umgebung 	<ul style="list-style-type: none"> • Log-Dateien • Interview • Interview, Log-Dateien

Tabelle 4.1: Abhängige Variablen und Operationalisierung.

4.2 Studiendesign

Bei der Studie handelte es sich um eine viertägige *In-The-Wild*-Studie, die sich über ein Wochenende erstreckte; d.h. nur zwei der vier Tage waren Arbeitstage. Die Teilnehmer wurden zufällig in drei Gruppen für die drei Versionen *Spatial Loci*, *Panning Loci* und *No Loci eingeteilt*. Es handelt sich also um ein *Between-Subject-Design* mit der Version der Anwendung als unabhängige Variable. Vorbedingung zur Teilnahme an der Studie war der Besitz eines aktuellen Smartphones mit Android oder iOS als Betriebssystem, das in der Lage ist, Fotosphären aufzunehmen. Die Teilnehmer konnten während der Studie deshalb auch ihr eigenes Smartphone verwenden.

4.2.1 Ablauf und Aufgabenstellung

Abbildung 4.1 zeigt den Ablauf der Studie. Die Teilnehmer wurden zweimal in das Forschungslabor eingeladen: Für ein Einführungsgespräch am ersten Tag und für ein Abschlussgespräch am fünften Tag; also nach Ablauf der viertägigen, in Abbildung 4.1 braun dargestellten Testphase. Das Abschlussgespräch fand dabei ungefähr zur gleichen Tageszeit wie das Einführungsgespräch statt. Beide Gespräche wurden mit jedem Teilnehmer einzeln geführt.

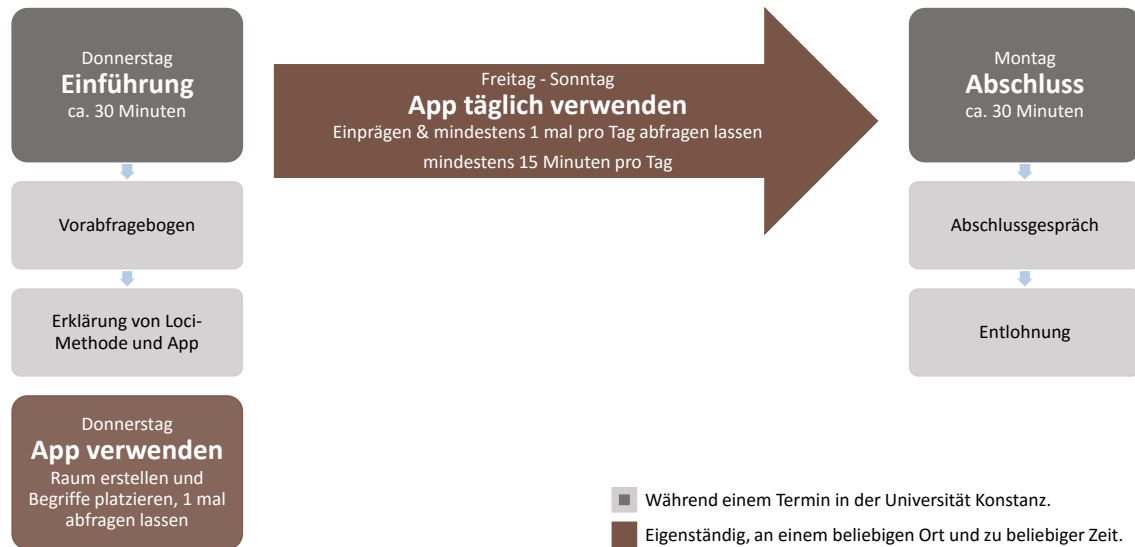


Abbildung 4.1: Der Ablauf der Studie bei den Gruppen *Spatial Loci* und *Panning Loci*, den auch die Teilnehmer bekamen. Die Gruppe *No Loci* unterscheidet sich davon nur insofern, dass die Teilnehmer keinen Raum erstellen konnten, sondern direkt mit der Liste lernten.

Zu Beginn des ca. 30-minütigen Einführungsgesprächs wurde der jeweilige Teilnehmer mit einem Willkommens-Schreiben begrüßt, welches ihn über den Ablauf der Studie, Organisatorisches und seine Verantwortlichkeiten informierte. Anschließend wurde der Ablauf noch einmal mündlich besprochen und es gab die Möglichkeit Fragen zu stellen. Teilnehmer und Versuchsleiter unterzeichneten daraufhin die Einverständniserklärung. Mit einem Vorabfragebogen wurden im Anschluss die demografischen Informationen des Teilnehmers abgefragt. Während die Anwendung „Memo Palace“ vom Versuchsleiter in der entsprechenden Version auf dem Smartphone des Teilnehmers installiert wurde, sollte dieser sich eine Anleitung für die Anwendung der Loci-Methode durchlesen. Erneut wurde dem Teilnehmer die Möglichkeit gegeben, Fragen zu stellen. Anschließend ging der Versuchsleiter zusammen mit dem Teilnehmer eine bebilderte Anleitung der Anwendung durch, die den Teilnehmern nach dem Einführungsgespräch auch mitgegeben wurde. Der Teilnehmer wurde während dem Durchgehen der Anleitung dazu angehalten, die Schritte direkt durchzuführen.

Tiere	Kleidungsstücke	Berufe	Früchte	Freizeitaktivitäten	Musikinstrumente
Katze (7)	Handschuh (34)	Schauspieler (1)	Zitrone (25)	Fitnessstudio (11)	Saxophon (19)
Hund (8)	Pullover (35)	Fahrer (2)	Apfel (26)	Boxen (16)	Bass (21)
Ratte (9)	Kleid (36)	Landwirt (3)	Kiwi (27)	Ski (18)	Piano (22)
Löwe (10)	Schuh (37)	Maurer (4)	Melone (28)	Tennis (20)	Flöte (23)
Pferd (12)	Jeans (38)	Rechtsanwalt (5)	Nuss (29)		Gitarre (24)
Zebra (13)	Stiefel (39)	Klempner (6)	Mango (30)		Geige (32)
Tiger (14)	Jacke (40)	Friseur (15)	Pfirsich (31)		
		Kellner (17)	Birne (33)		

Tabelle 4.2: Die Teilnehmer sollten 40 Begriffe mit Hilfe der ihnen zugeteilten Version des „Memo Palace“ auswendig lernen. Die Reihenfolge ist in Klammern angegeben. Die Begriffe wurden von Perrault et al. [14] übernommen.

Für die nächsten vier Tage wurde den Teilnehmern die Aufgabenstellung mitgegeben, 40 Begriffe in einer vorgegebenen Reihenfolge auswendig zu lernen. Die 40 Begriffe sind in Tabelle 4.2 zu sehen und wurden bereits von Perrault et al. [14] verwendet. Sie enthalten Tiere, Kleidungsstücke, Berufe, Früchte und Freizeitaktivitäten; es handelt sich also nicht um abstrakte, sondern um konkrete Begriffe. Die Teilnehmer erhielten die Vorgabe, für vier Tage täglich mindestens 15 Minuten mit der Anwendung zu lernen. Innerhalb dieser 15 Minuten sollten sie sich zudem wenigstens einmal abfragen lassen. Auch die Teilnehmer in der *No Loci* Gruppe wurden dazu angehalten, beim Lernen die Loci-Methode zu verwenden. Am fünften Tag sollte nicht mehr gelernt werden. Allerdings wurde für diesen Tag ein Termin für das Abschlussgespräch vereinbart.

Zu Beginn des Abschlussgesprächs wurden die Teilnehmer gebeten, die 40 Begriffe in der richtigen Reihenfolge aus dem Gedächtnis (d. h. ohne Verwendung des „Memo Palace“) auf einem weißen Blatt Papier aufzuschreiben. Zu jedem Begriff sollten sie notieren, auf welche Weise sie ihn sich einprägt haben. In einem Leitfadenterview (engl. *semi-structured interview*) mit 12 Fragen wurden die Teilnehmer anschließend nach ihrem Nutzungsverhalten gefragt. Danach wurden die Log-Dateien und die von dem jeweiligen Teilnehmer verwendete Fotosphäre gespeichert und die Anwendung deinstalliert. Wie das Einführungsgespräch dauerte auch das Abschlussgespräch ungefähr 30 Minuten. Eine Woche später wurde den Teilnehmern der Link zu einem Online-Fragebogen geschickt. In diesem Fragebogen wurden die Teilnehmer dazu aufgefordert, die 40 Begriffe erneut in der richtigen Reihenfolge und aus dem Gedächtnis heraus aufzuschreiben.

4.2.2 Teilnehmer der Pilotstudie und Erkenntnisse

Das Studiendesign wurde zunächst in einer Pilotstudie mit drei Studenten erprobt. Zwei Teilnehmer waren 27 Jahre alt und einer 23 Jahre. Der Altersdurchschnitt lag demnach bei 25,67 ($SD = 1,89$). Die Erkenntnisse aus der Durchführung der Pilotstudie führten zu einigen Änderungen an der App und am Studiendesign, die im Folgenden kurz ausgeführt werden sollen.

Die Anwendung „Memo Palace“ besaß ursprünglich in allen drei Versionen eine Sprachaufnahme-Funktion im Modus „Abfragen“. Wenn der Nutzer nach einem Lerninhalt gefragt wurde, forderte ihn die Anwendung dazu auf, die Lösung in das Mikrofon des Geräts zu sprechen. Die Teilnehmer der Pilotstudie empfanden diese Funktion allerdings als störend. Aus technischen Gründen gestaltete sie sich auch als recht zeit- und speicherintensiv. Auch hinderte sie daran, die Anwendung in der Öffentlichkeit zu verwenden.

In den Abschlussgesprächen der Pilotstudie bekamen die Teilnehmer eine Tabelle mit nummerierten Zeilen, in welche sie die 40 Begriffe eintragen sollten. Es stellte sich allerdings heraus, dass die Teilnehmer durch diese fest vorgegebene Struktur Schwierigkeiten hatten, Begriffe umzusortieren oder Begriffe nachträglich einzufügen. Für die Hauptstudie wurde deshalb zum Abfragen der Begriffe ein bis auf die Aufgabenstellung leeres Blatt Papier verwendet. Eine weitere Änderung betrifft die Fragen des demografischen Fragebogens und des abschließenden Interviews. Bei beiden wurden einige Ergänzungen vorgenommen. Auch wurden verschiedene Fragen umformuliert und präzisiert.

4.2.3 Teilnehmer der Hauptstudie

Nachdem die Erkenntnisse aus der Pilotstudie in das Studiendesign eingearbeitet wurden, konnte die Hauptstudie durchgeführt werden. An der Hauptstudie nahmen 4 weibliche und 20 männliche, also insgesamt 24 Personen teil. Der Altersdurchschnitt lag bei 26,7 Jahren ($SD = 4,49$, $min = 19$ Jahre, $max = 39$ Jahre). 17 Teilnehmer waren Studenten, 6 berufstätig und einer war ein Auszubildender.

21 der 24 Teilnehmer gaben an, dass sie sich regelmäßig Lerninhalte einprägen. Während des demografischen Fragebogens wurden die Teilnehmer gefragt, welche Lerntechniken und Hilfsmittel sie dabei für gewöhnlich verwenden. In Abbildung 4.2 werden die Antworten zusammengefasst. Bevorzugt werden Schreiben ($N = 8$), Zusammenfassen ($N = 7$) und Lesen ($N = 8$) verwendet. Demnach wurden auch „Stift und Papier“ ($N = 15$) als häufigstes Hilfsmittel genannt; gefolgt von dem Internet ($N = 6$) und Büchern ($N = 6$). Das Smartphone verwenden immerhin 5 Teilnehmer beim Lernen. Von den in dieser Arbeit beschriebenen Mnemotechniken wurde allein die Loci-Methode einmal genannt.



Abbildung 4.2: Im demografischen Fragebogen wurden die Teilnehmer zu Beginn der Studie gefragt, welche Lerntechniken und Hilfsmittel sie für gewöhnlich verwenden. Die Schriftgröße erhöht sich mit Häufigkeit der Nennung. Die Loci-Methode wurde nur einmal genannt. *Erstellt auf wordle.net.*

5. Ergebnisse, Diskussion & Schlussfolgerungen

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Studie wiedergegeben und interpretiert. Dabei wird unterteilt in die drei Forschungsfragen aus Kapitel 4: „Effektivität“, „Wahrgenommene Systemunterstützung“ und „Verhaltensmuster“. Abschließend werden die Ergebnisse diskutiert, verschiedene Einschränkungen aufgezeigt und Designempfehlungen abgegeben. Aufgrund der geringen Stichprobengröße wird der parameterfreie Kruskal-Wallis-Test zur Bewertung der Signifikanz verwendet. Aus demselben Grund werden neben den üblicherweise angegebenen Durchschnittswerten auch die Mediane berichtet, da diese robuster gegenüber Ausreißern sind.

5.1 Effektivität

F1 Beeinflussen die verschiedenen Versionen die Effektivität bei der Anwendung der Loci-Methode?

Die Effektivität wurde mit dem schriftlichen Abfragen der Begriffe während des Abschlussgesprächs und durch den Online-Fragebogen eine Woche später gemessen.

Version	# Begriffe im Abschlussgespräch		# Begriffe eine Woche nach dem Abschlussgespräch	
	Durchschnitt	Median	Durchschnitt	Median
no loci	37,88	40	38,5	40
panning loci	37,88	39	32,2	34
spatial loci	38,71	39	38,88	40

Tabelle 5.1: Durchschnittswerte und Mediane für die Anzahl korrekt erinnelter Begriffe sowohl für das Abschlussgespräch als auch eine Woche danach.

Tabelle 5.1 zeigt die Anzahl der korrekt erinnerten Begriffe für beide Zeitpunkte und die drei Gruppen. Die beiden Boxplots in Abbildung 5.1 geben einen guten Überblick über die Verteilung der Werte. Es ist leicht zu erkennen, dass die drei Gruppen im Abschlussgespräch in Bezug auf die Anzahl der erinnerten Begriffe sehr ähnliche Ergebnisse liefern. Beinahe alle werden korrekt erinnert. Für die Gruppen *No Loci* und *Spatial Loci* gilt dies auch für den Online-Fragebogen eine Woche nach dem Abschlussgespräch. Die Leistung der Gruppe *Panning Loci* lässt zu diesem Zeitpunkt allerdings deutlich nach. Ein Kruskal-Wallis-Test zeigte jedoch für beide Zeitpunkte keine statistisch signifikanten Unterschiede.

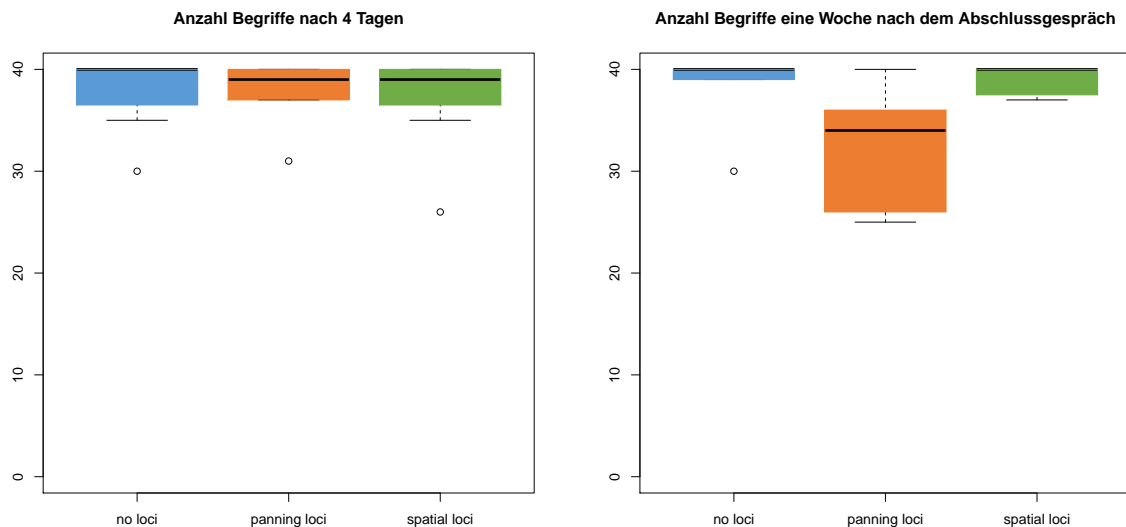


Abbildung 5.1: Der Boxplot zeigt die Verteilung der Werte für die Anzahl der korrekt erinnerten Begriffe im Abschlussgespräch und im Online-Fragebogen eine Woche danach. Auch die Mediane lassen sich ablesen. Während im Abschlussgespräch die drei Gruppen noch gleich gut abschnitten (links), lässt die Leistung der Gruppe *Panning Loci* eine Woche später deutlich nach (rechts). *Erstellt mit R.*

Ähnlich wie bei Roediger [8] sollte aber auch die Reihenfolge in die Bewertung der Effektivität mit einfließen. Für zwei direkt aufeinanderfolgende Begriffe, die in der richtigen Reihenfolge aufgeschrieben wurden, gab es dabei jeweils einen Punkt. Die maximal erreichbare Punktzahl für die Reihenfolge liegt also bei 39. Tabelle 5.2 zeigt die Ergebnisse für die Bewertung der Reihenfolge. Auf Grund der geringen Stichprobengröße werden neben den für gewöhnlich angegebenen Durchschnittswerten auch hier zusätzlich die Mediane berichtet. Die Boxplots in Abbildung 5.2 dienen erneut zur Veranschaulichung der Verteilung der Werte.

Version	Reihenfolge im Abschlussgespräch		Reihenfolge eine Woche nach dem Abschlussgespräch	
	Durchschnitt	Median	Durchschnitt	Median
no loci	35,75	39	34,5	38
panning loci	14,38	8	15	3
spatial loci	24,57	28	23,57	27

Tabelle 5.2: Durchschnittswerte und Mediane für die Reihenfolge sowohl für das Abschlussgespräch als auch eine Woche danach.

In Bezug auf die Reihenfolge schneiden die Teilnehmer der Gruppe *No Loci* am besten ab. Für

beide Zeitpunkte sind die Werte bei *Spatial Loci* schlechter, aber immer noch deutlich besser als bei *Panning Loci*. Ein Kruskal-Wallis-Test enthüllte einen signifikanten Effekt für die Ergebnisse beim Abschlussgespräch ($\chi^2 = 6.071$, $df = 2$, $p = 0.048$). Ein *Post-Hoc*-Test unter Verwendung paarweiser Mann-Whitney-Tests zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen *No Loci* und *Panning Loci* ($U = 11$, $p = .022$) für diesen Zeitpunkt. Für die Ergebnisse im Online-Fragebogen eine Woche nach dem Abschlussgespräch konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

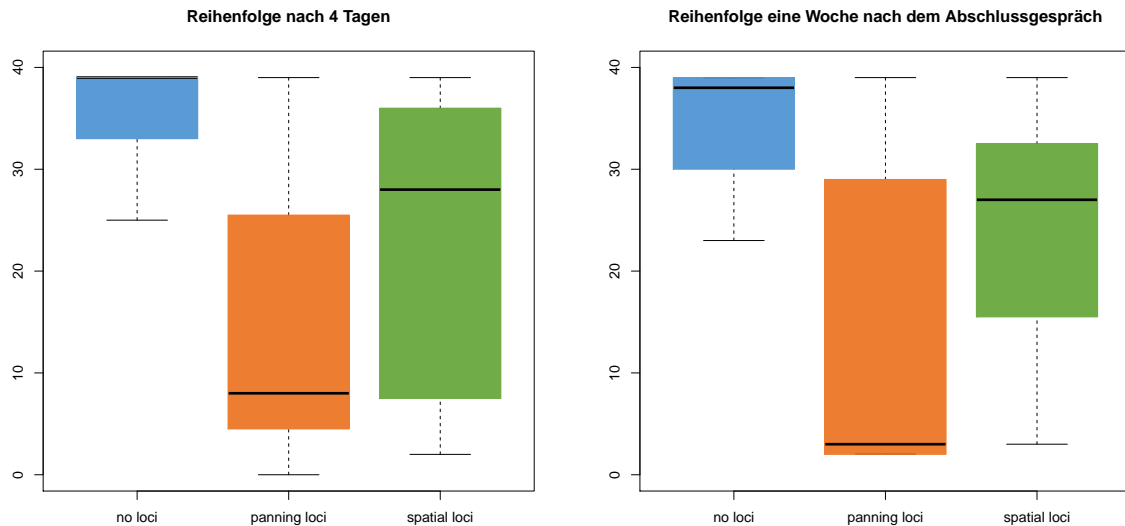


Abbildung 5.2: Der Boxplot zeigt die Verteilung der Werte für die Reihenfolge im Abschlussgespräch und im Online-Fragebogen eine Woche danach. Auch die Medianen lassen sich ablesen. Die Teilnehmer der Gruppe *No Loci* schnitten sowohl im Abschlussgespräch (links) als auch eine Woche später (rechts) am besten ab. *Erstellt mit R.*

5.2 Wahrgenommene Systemunterstützung

F2 In welchem Grad unterstützen die beiden Versionen *Spatial Loci* und *Panning Loci* die Anwendung der Loci-Methode im Vergleich zur Version *No Loci*?

Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage wurden die Teilnehmer während dem Leitfadenterview im Zuge des Abschlussgesprächs dazu aufgefordert, den Grad der Systemunterstützung ihrer Version auf einer Skala von 0 bis 10 zu bewerten. 0 steht dabei für keine und 10 für die bestmögliche Unterstützung bei der Anwendung der Loci-Methode. Abbildung 5.3 zeigt die durchschnittliche Bewertung der drei Versionen als Balkendiagramm (links). Der Boxplot (oben rechts) verdeutlicht die Verteilung der Werte. Die Durchschnittswerte und Mediane finden sich in der Tabelle (unten rechts). Auch wenn die Teilnehmer sehr effektiv mit der *No Loci* Bedingung waren, bewerteten sie die Bedingungen *Panning loci* und *Spatial Loci* dennoch deutlich besser.

Ein Kruskal-Wallis-Test enthüllte einen signifikanten Unterschied zwischen den drei Gruppen in Bezug auf die Bewertung der wahrgenommenen Systemunterstützung ($\chi^2(2) = 15.21$, $p < .001$). Ein *Post-Hoc*-Test unter der Verwendung des Mann-Whitney-Tests für jedes Paar zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen *No loci* und *Panning Loci* ($U = 0$, $p < .001$) sowie *No loci* und *Spatial Loci* ($U = 3$, $p < .001$). Zwischen den Gruppen *Panning Loci* und *Spatial Loci* konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

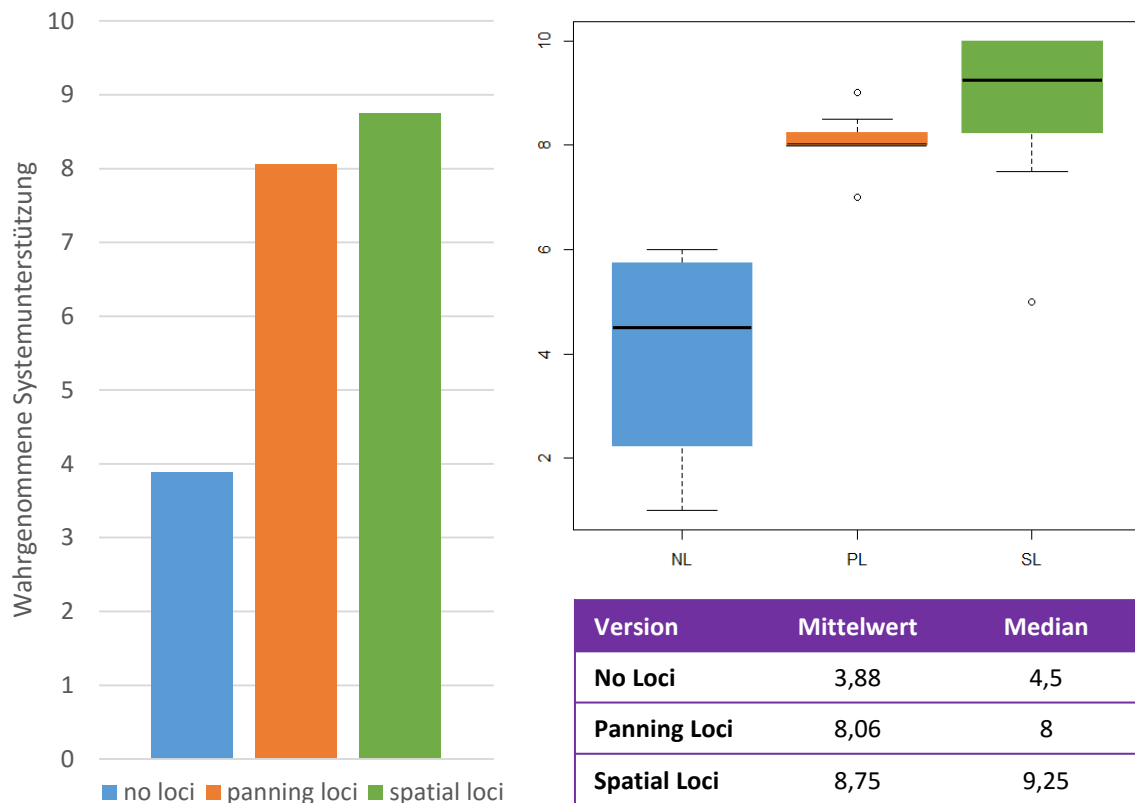


Abbildung 5.3: Wahrgenommene Systemunterstützung bei den drei verschiedenen Versionen als Balkendiagramm mit den Durchschnittswerten (links) und als Boxplot (rechts). In der Tabelle finden sich die genauen Werte. Es ist leicht zu erkennen, dass die Systemunterstützung bei der Anwendung der Loci-Methode von den Gruppen mit den Fotosphären deutlich besser bewertet wurde. *Der Boxplot wurde mit R erstellt.*

Während des Abschlussgesprächs wurden die Teilnehmer gefragt, was ihnen an der Anwendung gut und was ihnen weniger gut gefallen hat. Auch wurden sie dazu aufgefordert, Verbesserungsvorschläge zu machen. Unabhängig von der Gruppe lobten alle Teilnehmer die „einfache“, „intuitive“ und „schnelle“ Handhabung der Anwendung ($N_{NL} = 4$, $N_{PL} = 8$, $N_{SL} = 3$).

Teilnehmer der Gruppe **No Loci** hoben besonders den Modus „Abfragen“ ($N_{NL} = 4$) in Verbund mit dem roten und grünen Feedback positiv hervor ($N_{NL} = 3$). Auf der anderen Seite kritisierten sie die mangelnde Unterstützung bei der Anwendung der Loci-Methode („das meiste passiert im Kopf“) ($N_{NL} = 4$) und empfanden den Modus „Einprägen“ als langweilig ($N_{NL} = 1$). Als die Teilnehmer auf mögliche Verbesserungsvorschläge angesprochen wurden, wünschte sich ein Teilnehmer Bilder zur Unterstützung. Ein anderer forderte ausführlicheres Feedback bzw. eine statistische Auswertung des Lernfortschritts.

Die Idee mit den Fotosphären wusste den Teilnehmern der Gruppe **Panning Loci** ($N_{PL} = 3$) zu gefallen („durch das Bild muss man sich die Umgebung nicht vorstellen“). Ein Teilnehmer sagte sogar, dass „ohne die App die Anwendung der Loci-Methode kaum möglich [wäre]“. Des Weiteren wurden besonders der Pfeil, der die Nutzer von *locus* zu *locus* führt ($N_{PL} = 5$) und das grüne und rote Feedback ($N_{PL} = 2$) positiv hervorgehoben. Als störend empfanden hingegen beinahe alle Teilnehmer ($N_{PL} = 6$) das haptische Feedback an den *loci*-Markierungen. Manche ($N_{PL} = 2$) gaben an, dass eine schwächere Vibration hilfreich wäre, andere ($N_{PL} = 4$) wünschten sich eine Version komplett ohne haptisches Feedback. Ein Teilnehmer kritisierte, dass während dem Verknüpfen der Begriffe mit den *loci* eine Übersicht über alle Begriffe fehlt („man weiß nicht, welche Begriffe

noch kommen“).

Auch den Teilnehmern der Gruppe *Spatial Loci* gefiel die Idee mit den Fotosphären ($N_{SL} = 5$). An der räumlichen Eingabe hoben die Teilnehmer ($N_{PL} = 2$) positiv hervor, dass sie sich Richtungen und Bewegungen merken konnten und dass der Cursor bei den *loci* einrastet. Wie in der Gruppe *Panning Loci* wusste auch hier der Pfeil, der von *locus* zu *locus* führt, zu gefallen ($N_{PL} = 2$). Auch in dieser Gruppe wurde das haptische Feedback eher kritisch gesehen bzw. als zu stark empfunden ($N_{PL} = 3$) und die fehlende Übersicht über die Begriffe bemängelt ($N_{PL} = 1$).

Die Teilnehmer der Gruppen *Panning Loci* und *Spatial Loci* wurden außerdem gefragt, ob in der Fotosphäre genug Platz für die 40 Begriffe war bzw. wie viele sie maximal hätten platzieren können. Die Antworten werden in Abbildung 5.4 zusammengefasst. Der Boxplot gibt einen Überblick über die Verteilung der Werte und in der Tabelle werden die Mittelwerte und Mediane berichtet.

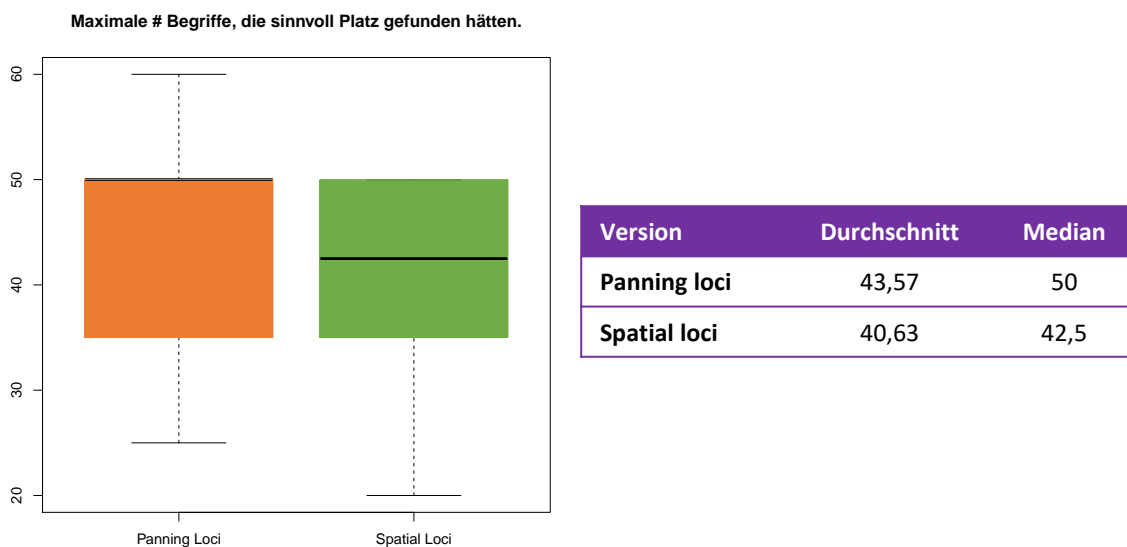


Abbildung 5.4: Die Teilnehmer der Gruppen *Panning Loci* und *Spatial Loci* wurden nach der maximal in der Fotosphäre platzierbaren Anzahl von Begriffen gefragt. Der Boxplot wurde mit R erstellt.

In der Gruppe *Panning Loci* sagten zwei Teilnehmer, dass die Fotosphäre zu klein für 40 Begriffe war. Sie gaben an, dass maximal 25 bis 30 Begriffe sinnvoll platziert werden konnten. Alle anderen Teilnehmer fanden ausreichend Platz in der Fotosphäre und nannten 40 bis 60 Begriffe als die maximale Anzahl.

Die Ergebnisse in Bezug auf die Anzahl der *loci* sind in der Gruppe *Spatial Loci* sehr ähnlich. Auch hier gaben 2 Teilnehmer an, dass zu wenig Platz in der Fotosphäre vorhanden war und sie die Begriffe deshalb zu eng beieinander platzieren mussten bzw. gegen Ende keine aussagekräftigen *loci* für die Begriffe mehr finden konnten. Die übrigen Teilnehmer erklärten, dass maximal 40 bis 50 Begriffe in der Fotosphäre Platz gefunden hätten.

Tabelle 5.3 fasst die Aussagen der Teilnehmer bezüglich der wahrgenommenen Systemunterstützung für die drei Gruppen noch einmal zusammen. Es wird dabei in Stärken \oplus und Schwächen \ominus unterteilt. In Klammern hinter den Aussagen ist jeweils die Häufigkeit der Nennung angegeben nach der die Punkte auch absteigend sortiert sind.

No Loci	Panning Loci	Spatial Loci
<ul style="list-style-type: none"> ⊕ einfach und intuitiv (4) ⊕ Modus „Abfragen“ (4) ⊕ Feedback (rot/grün) (3) ⊕ immer dabei (3) und schnell zur Hand (2) ⊕ Übersicht über alle Begriffe in Reihenfolge mit Nummerierung (2) 	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ einfach und intuitiv (8) ⊕ Pfeil der von <i>locus</i> zu <i>locus</i> führt (5) ⊕ Fotosphäre (3) ⊕ Feedback (rot/grün) (2) 	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Fotosphäre (5) ⊕ einfach und intuitiv (3) ⊕ Räumliche Eingabe: Man kann sich Richtungen und Bewegungen merken (2) ⊕ Freies Platzieren der Begriffe (2) ⊕ Pfeil der von <i>locus</i> zu <i>locus</i> führt (2) ⊕ Einrasten des Cursors an den <i>loci</i> (1)
<ul style="list-style-type: none"> ⊖ Kaum Unterstützung bei der Anwendung der Loci-Methode (4) ⊖ Kein ausführliches Feedback über den Lernfortschritt (1) ⊖ Lernen teilweise langweilig (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ⊖ Haptisches Feedback zu stark (6) ⊖ Raum zu klein (2) ⊖ Keine Übersicht über alle Begriffe (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ⊖ Haptisches Feedback zu stark (3) ⊖ Räumliche Eingabe: Erschwert / Verhindert Lernen in manchen Situationen (z.B. im Sitzen) (3) ⊖ Raum zu klein (2) ⊖ Keine Übersicht über alle Begriffe (1) ⊖ Kein ausführliches Feedback über den Lernfortschritt (1)

Tabelle 5.3: Überblick über die wahrgenommene Systemunterstützung: Die Teilnehmer wurden nach Stärken und Schwächen der Anwendung gefragt. In Klammern ist jeweils die Häufigkeit der Nennung angegeben.

5.3 Verhaltensmuster

F3 Wie nutzen die Teilnehmer die Anwendung in ihrem Alltag? Rufen die unterschiedlichen Versionen verschiedene Verhaltensmuster hervor?

Bei der Beantwortung der dritten Forschungsfrage kommen die Ergebnisse aus dem Leitfadeninterview zum Tragen, das im Abschlussgespräch durchgeführt wurde. Sie werden ergänzt durch die Log-Dateien, die während der Verwendung der App bei allen Teilnehmern mitgeschrieben wurden. Es wird unterteilt in „Örtlicher und sozialer Kontext“, „Zeitlicher Rahmen“ und „Umgebungen, Loci & Routen“.

5.3.1 Örtlicher und sozialer Kontext

In der Gruppe *No Loci* haben die meisten Teilnehmer im Bett (liegend / sitzend) oder an anderen vertrauten Orten (Schreibtisch, Sofa, Wohnzimmer, Küche, Toilette) mit der Anwendung gelernt. Des Weiteren wurde die Anwendung auch an öffentlichen Plätzen (Bibliothek, Bushaltestelle) und am Arbeitsplatz verwendet. Ein Teilnehmer lernte im Wartezimmer beim Zahnarzt und ein anderer während einer Autofahrt auf dem Beifahrersitz. Während des Lernens waren bei allen Teilnehmern zeitweise auch andere Personen anwesend. Auch in der Gruppe *Panning Loci* lernten viele Teilnehmer liegend oder sitzend im Bett und an anderen vertrauten Orten. Die Anwendung wurde des Weiteren am Arbeitsplatz und in öffentlichen Verkehrsmitteln verwendet (Fähre, Bus). Außerdem lernten zwei Teilnehmer während sie bei Freunden bzw. Bekannten zu Besuch waren. Nur ein Teilnehmer gab an, immer allein gelernt zu haben. Bei allen anderen waren zumindest zeitweise weitere Personen anwesend. Die Teilnehmer der Gruppe *Spatial Loci* lernten im Gegensatz zu den anderen beiden Gruppen fast immer nur dann, wenn keine anderen Personen anwesend waren. Ein Teilnehmer bezeichnete die Anwendung sogar als „*Social Killer*“. Dennoch wurde die Anwendung von zwei Teilnehmern auch am Arbeitsplatz verwendet. Fünf Teilnehmer saßen beim Lernen auf einem Drehstuhl. Drei Teilnehmer stellten fest, dass die Verwendung in manchen Situationen

(z. B. auf der Toilette, im Bett oder im Auto) nur eingeschränkt bzw. nicht möglich ist. Zwei Teilnehmer gaben an, dass es sie verwirrte, in dem Raum zu lernen, in welchem sie die Fotosphäre aufgenommen hatten. Ein anderer wählte hingegen bewusst diesen Raum zum Lernen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Teilnehmer der Gruppen *No Loci* und *Panning Loci* die Anwendung sowohl zuhause als auch unterwegs verwendeten und auch in Anwesenheit anderer Personen lernten. Zuhause ist für sie das Bett der bevorzugte Ort. Die Teilnehmer der Gruppe *Spatial Loci* bevorzugten hingegen die Anwendung im Privaten und nutzten auf Grund der räumlichen Interaktion meistens einen Drehstuhl.

5.3.2 Zeitlicher Rahmen

Im Abschlussgespräch wurden die Teilnehmer gefragt, zu welcher Tageszeit sie die Anwendung benutzt haben. Alle Gruppen nannten am häufigsten den Nachmittag und den Abend. Dies ist wahrscheinlich eher der persönlichen Präferenz der Teilnehmer geschuldet, da sich diese Tendenz auch bei der Auswertung des demografischen Vorabfragebogens erkennen ließ. In allen drei Gruppen gaben einige Teilnehmer ($N_{NL} = 3$, $N_{PL} = 3$, $N_{SL} = 2$) auch an, immer wieder über den Tag verteilt gelernt zu haben.

Version	Durchschnittliche Zeit im Modus „Verknüpfen & Einprägen“	Durchschnittliche Zeit im Modus „Abfragen“	Durchschnitt insgesamt
No Loci	00:32:00	00:18:14	00:50:14
Panning Loci	00:32:33	00:35:54	01:08:27
Spatial Loci	00:38:47	00:40:47	01:12:59

Tabelle 5.4: Durchschnittliche Verwendungsdauer der Anwendung für beide Modi und insgesamt.

Tabelle 5.4 zeigt die durchschnittliche Verwendungsdauer für alle Gruppen und in Abbildung 5.5 wird sie als Balkendiagramm visualisiert. Es fällt auf, dass die Teilnehmer der Gruppe *Spatial Loci* die meiste Zeit mit der Anwendung verbracht haben. Es folgt die Gruppe *Panning Loci*.

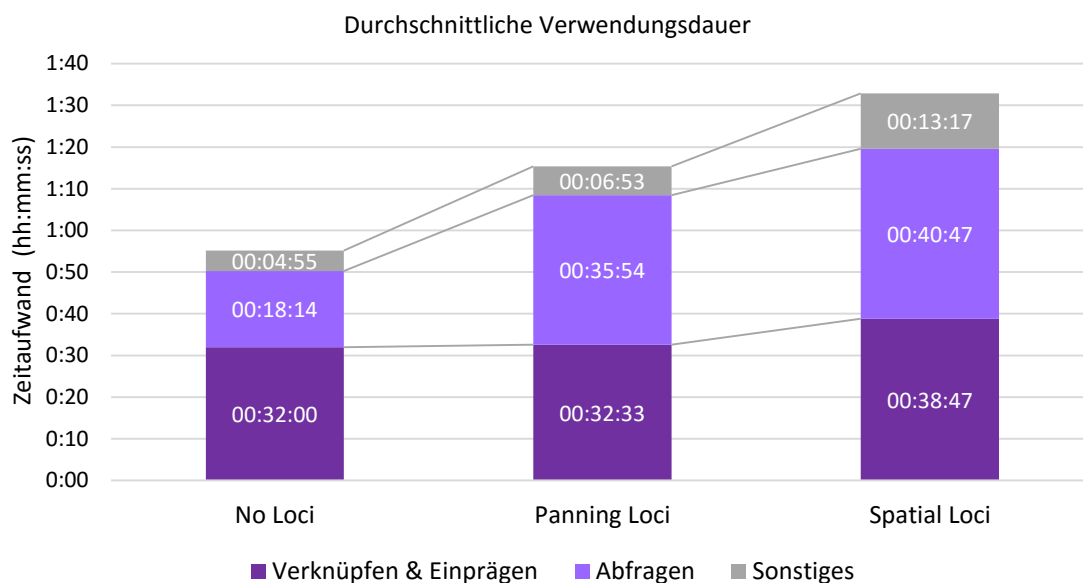


Abbildung 5.5: Balkendiagramm für die durchschnittliche Verwendungsdauer.

Die Teilnehmer der Gruppe *No Loci* nutzten die Anwendung am wenigsten. Dabei gilt allerdings zu berücksichtigen, dass die Zeit in der Anwendung nicht der Zeit entsprechen muss, die für das Lernen aufgewendet wurde. Besonders in der Gruppe *No Loci* haben die Teilnehmer eventuell unter Verwendung der Loci-Methode auch ohne die Anwendung gelernt. Zumindest ein Teilnehmer gab dies im Abschlussgespräch an. Außerdem ist zu erkennen, dass in den beiden Versionen mit der Fotosphäre mehr Zeit im Modus „Abfragen“ als im Modus „Verknüpfen & Einprägen“ verbracht wurde. Bei der Version *No Loci* ist genau das Gegenteil der Fall.

5.3.3 Umgebungen, Loci & Routen

Die Teilnehmer der Gruppe *No Loci* verwendeten ihnen bekannte Umgebungen wie zum Beispiel die eigene Wohnung für die Loci-Methode. Bei zwei Teilnehmern befanden sich alle *loci* in einem Raum, die restlichen nutzten mehrere Räume oder sogar viele verschiedene Umgebungen. Ein Teilnehmer nutzte seinen Weg zur Universität, ein anderer verwendete zusätzlich zu den *loci* in einem Raum auch seinen Körper. Nur zwei Teilnehmer verbanden die *loci* nicht mit einer Route. Stattdessen verknüpften sie die Begriffe mit einer Geschichte bzw. durch Bewegung „wie in einer Filmszene“. In der Gruppe *panning loci* verwendeten zwei Teilnehmer ihnen bis dahin unbekannte Fotosphären aus dem Internet. Die restlichen Teilnehmer nutzten bekannte Umgebungen wie die eigene Wohnung oder den Arbeitsplatz. Ein Teilnehmer wählte eine Umgebung im Freien (seinen Garten) und ein weiterer einen Flur in der Universität. Nur ein Teilnehmer verband alle *loci* mit einer Linie. Zwei Teilnehmer nutzten die Verbindungslinie für einen Teil der *loci* und 5 Teilnehmer verzichteten komplett darauf. Auch die Teilnehmer der Gruppe *Spatial Loci* verwendeten Fotosphären von ihnen bekannten Umgebungen. Ein Teilnehmer wählte eine Umgebung im Freien (Parkplatz vor dem Haus), ein anderer seinen Arbeitsplatz. Die restlichen 6 verwendeten Räume ihrer Wohnung. Nur zwei Teilnehmer verbanden alle *loci* mit Linien. Drei Teilnehmer nutzten die Linien überhaupt nicht und drei weitere verbanden zumindest einen Teil der *loci*.

Die Teilnehmer der Gruppen *Panning Loci* und *Spatial Loci* wurden außerdem gefragt, nach welchen Kriterien sie ihre Fotosphäre ausgewählt haben. Am häufigsten wurde dabei genannt, dass sich ausreichend viele Objekte auf dem Bild befinden müssen, damit genügend Assoziationsmöglichkeiten bestehen. Wichtig war den meisten Teilnehmern auch, dass sie mit dem abgebildeten Raum vertraut sind und einen persönlichen Bezug dazu haben. Für einen Teilnehmer waren die Begriffe bei der Wahl des Fotos ausschlaggebend. Ihm war es wichtig, dass *loci* zu den Begriffen passen.

Bei der Platzierung der *loci* lassen sich in besonders in den Gruppen mit den Fotosphären die beiden in Abbildung 5.6 gezeigten Muster oder Herangehensweisen erkennen: Einige Teilnehmer ($N_{PL} = 6$, $N_{SL} = 6$) assoziierten zuerst die Begriffe mit *loci* im Raum, bevor sie sich Gedanken über die Verbindungsrouten machten. Für sie waren stärkere Assoziationen wichtiger als ein geordneter Verlauf der Route. Auf Grund der chaotischen Anordnung der *loci* verzichteten diese Teilnehmer auch weitgehend auf die Routenlinien bzw. verbanden nur sehr wenige *loci* miteinander. Auch wurden sie von ihnen eher negativ bewertet. Die restlichen Teilnehmer ($N_{PL} = 2$, $N_{SL} = 2$) nutzten entweder einen gewohnten Weg durch ihre Umgebung als Route oder gingen sie systematisch – z. B. von links nach rechts – durch. Entlang dieser systematischen Route bestimmten sie der Reihe nach *loci* für die Begriffe. Sie stellten also einen geordneten bzw. bereits bekannten Verlauf der Route über die Stärke der Assoziationen. Bei ihnen wurden meist alle oder zumindest viele *loci* durch Routenlinien verbunden. Außerdem bewerteten sie die Linien in der Regel positiv. Neben diesen beiden Extremen lassen sich auch Zwischenstufen erkennen: Manche Teilnehmer begannen mit einer systematischen Herangehensweise bei der Wahl der *loci* und gingen später zu einer chaotischen über. Entsprechend sind die *loci* anfangs eher noch mit Routenlinien verbunden als gegen Ende. Auffallend ist, dass die Teilnehmer mit einer systematischen Routenführung meist

verhältnismäßig viele Punkte bei der Reihenfolge erzielten: Zweimal die maximale Punktzahl von 39 in der Gruppe *Panning Loci* sowie 31 und 33 Punkte in der Gruppe *Spatial Loci*. Diese Tendenz wird durch die Aussage eines Teilnehmers unterstützt, der die *loci* chaotisch gewählt hatte. Er gab an, dass er die Reihenfolge wohl deutlich besser gelernt hätte, wenn er die *loci* systematisch mit Begriffen assoziiert hätte. Allerdings war der von ihm gewählte Raum zu klein dafür.

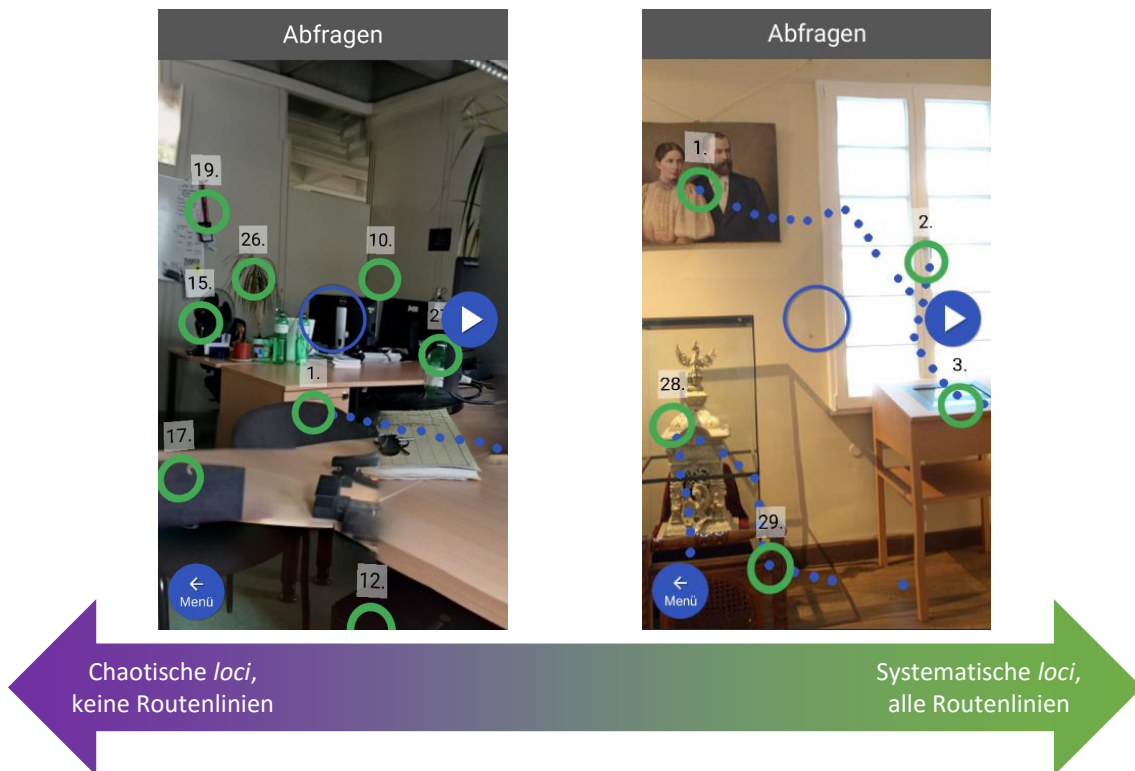


Abbildung 5.6: Chaotische Verteilung der *loci* mit nur wenigen Routenlinien (links) im Gegensatz zur systematischen Verteilung der *loci* mit allen Routenlinien (rechts).

5.4 Diskussion und Einschränkungen

Im Folgenden sollen die vorgestellten Ergebnisse diskutiert und Einschränkungen aufgezeigt werden. Die Tabellen 5.5, 5.6 und 5.7 fassen parallel dazu die wichtigsten Ergebnisse noch einmal zusammen.

F1: Effektivität
<ul style="list-style-type: none"> • Im Abschlussgespräch war die Anzahl der korrekt erinnerten Begriffe bei allen Gruppen gleich hoch. • Die Anzahl der korrekt erinnerten Begriffe im Online-Fragebogen eine Woche später war gleich hoch für die Gruppen <i>No Loci</i> und <i>Spatial Loci</i>. Die Teilnehmer der Gruppe <i>Panning Loci</i> konnten sich an deutlich weniger Begriffe korrekt erinnern. • Die Teilnehmer der Gruppe <i>No Loci</i> beherrschten die Reihenfolge der Begriffe deutlich besser als die Teilnehmer der Gruppe <i>Spatial Loci</i>. • Die Teilnehmer der Gruppe <i>Panning Loci</i> konnten sich die Reihenfolge am schlechtesten merken (Abschlussgespräch + Online-Fragebogen).

Tabelle 5.5: Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse hinsichtlich der Effektivität.

Im Einklang mit früheren Studien konnte auch mit dieser Arbeit die Effektivität der Loci-Methode demonstriert werden. Insgesamt gesehen belegen die Ergebnisse, dass die Anwendung „Memo Palace“ einen vielversprechenden Ansatz darstellt, um die Loci-Methode mit der heutigen Technik zu verbinden und deren Einsatz zu erleichtern und zu fördern. Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass mobile Geräte ein praktisches Werkzeug sein können, um das Auswendiglernen, Behalten und Abrufen von Begriffslisten zu unterstützen. Des Weiteren konnten teilweise sogar statistisch signifikante Unterschiede zwischen den drei Gruppen *No loci*, *Panning Loci* und *Spatial Loci* festgestellt werden. Trotz der statistischen Signifikanz mancher Ergebnisse darf natürlich nicht die eher geringe Teilnehmerzahl von 24 Personen (d. h. 8 pro Bedingung) außer Acht gelassen werden.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die am Ende von Kapitel 2 aufgestellte Hypothese korrekt ist. Es besteht ein *Trade-off* zwischen der Verringerung des mentalen Aufwands (wahrgenommene Systemunterstützung) bei der Anwendung der Loci-Methode und ihrer Effektivität (erinnerte Begriffe und Reihenfolge): Einerseits bewerteten die Teilnehmer der Gruppen *Panning Loci* und *Spatial Loci* die wahrgenommene Systemunterstützung statistisch signifikant besser als die Teilnehmer der Gruppe *No Loci*. Andererseits konnten die Teilnehmer der Gruppe *No Loci* mehr Begriffe in der richtigen Reihenfolge wiedergeben (besonders im Online-Fragebogen nach einer Woche) als die Teilnehmer der anderen Gruppen. Und das, obwohl die Teilnehmer der Gruppe *No Loci* weniger Zeit mit der Anwendung verbrachten, als die der Gruppen *Panning Loci* und *Spatial Loci*.

F2: Wahrgenommene Systemunterstützung

- Die Gruppe *Spatial Loci* bewertete die App hinsichtlich der Unterstützung für die Loci-Methode am besten.
- *Panning Loci* wurde nur wenig schlechter bewertet.
- Die Teilnehmer der Gruppe *No Loci* bewerteten die Unterstützung am schlechtesten.

Tabelle 5.6: Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse hinsichtlich der wahrgenommenen Systemunterstützung.

Bei der Bewertung der wahrgenommenen Systemunterstützung wurden die Versionen *Panning Loci* und *Spatial Loci* signifikant besser bewertet als die Version *No Loci*. Im Zusammenhang mit den Aussagen der Teilnehmer in dem Leitfadeninterview lässt sich eine deutliche Tendenz erkennen, dass die Versionen der Anwendung mit den Fotosphären (*Panning Loci* und *Spatial Loci*) klar bevorzugt werden. Sowohl in der Gruppe *Spatial Loci* als auch in der Gruppe *Panning Loci* gefiel den Teilnehmern die Idee mit der Fotosphäre. Darüber hinaus bot die Version *Spatial Loci* die Unterstützung durch die räumliche Interaktion, die von zwei Teilnehmern explizit benannt wurde („man kann sich Richtungen und Bewegungen merken“). In der Gruppe *No Loci* wünschten sich die Teilnehmer hingegen mehr Unterstützung bei der Anwendung der Loci-Methode. Einer schlug sogar die Verwendung von Bildern dafür vor. Auch wenn die wahrgenommene Systemunterstützung sehr geschätzt wird, zeigen die Ergebnisse auch einige Einschränkungen auf.

So bietet die Fotosphäre nur eingeschränkt Platz, um Begriffe mit *loci* zu verknüpfen. Im Schnitt gaben die Teilnehmer an, dass maximal etwas über 40 Begriffe assoziierbar wären; also ungefähr die Anzahl von Begriffen, die während der Studie auswendig gelernt werden sollten. Allerdings berichteten einige Teilnehmer, dass sie Begriffe sehr nahe beieinander platzieren mussten und dass sie dadurch schwierig zu handhaben waren. Falls der Platz beim Anordnen knapp wird, wirkt sich das auch auf die Wahl der *loci* aus. Können die *loci* anfangs noch systematisch gewählt werden, muss zu einer chaotischen Anordnung übergegangen werden, wenn die zum System (z.B. „von links nach rechts“) passenden *loci* „ausgehen“. Das führt wiederum dazu, dass die Reihenfolge schlechter gelernt wird.

Eine weitere Einschränkung betrifft die Wahl der Umgebung. Mehrere Bilder können nur eingeschränkt verwendet werden (indem man die Begriffe auf mehrere Fotosphären verteilt, was während der Studie nicht möglich war). Auch ist es nicht möglich, die *loci* entlang eines Weges zu wählen, so wie es z.B. ein Teilnehmer der Gruppe *No Loci* auf seinem Weg zur Uni tat. Auch beim Definieren der *loci* gibt es Einschränkungen. *Loci* können nicht in Interaktion miteinander gebracht werden, so wie es Teilnehmer der Gruppe *No Loci* taten („Filmsequenzen“). Auch wird ihre Verbindung mit den assoziierten Begriffen nicht visualisiert. Die Teilnehmer der Gruppe *No Loci* hatten also im Gegensatz zu den anderen beiden Gruppen einen größeren Freiraum bei der Anwendung der Loci-Methode und konnten eine beliebig große Umgebung verwenden.

Durch die räumliche Eingabe ist auch die Nutzung der Version *Spatial Loci* nur eingeschränkt möglich. Die Teilnehmer dieser Gruppe benutzten die Anwendung ausschließlich im privaten Umfeld und berichteten, dass es ihnen unangenehm war, die Anwendung in der Öffentlichkeit zu verwenden („*Social Killer*“). In den Gruppen *No Loci* und *Panning Loci* gab es diese Einschränkung nicht. Der Erfolg der Loci-Methode basiert allerdings darauf, sich die *loci* mit ihren assoziierten Begriffen möglichst gut einzuprägen. Dazu ist häufiges Wiederholen und Durchgehen der *loci* nötig. Das heißt durch die eben berichtete Einschränkung kann der Erfolg der Methode beeinträchtigt werden.

F3: Verhaltensmuster

- Teilnehmer der Gruppe *No Loci* nutzten die Anwendung bevorzugt im Bett.
- Teilnehmer der Gruppe *Spatial Loci* nutzten die Anwendung bevorzugt auf einem Drehstuhl.
- Nur Teilnehmer der Gruppen *No Loci* und *Panning Loci* nutzten die Anwendung in der Öffentlichkeit.
- Die Verwendung der Version *Spatial Loci* ist in bestimmten Situationen nicht oder nur eingeschränkt möglich („*Social Killer*“).
- Die Teilnehmer der Gruppe *No Loci* verwendeten auch räumlich verteilte Orte als Umgebungen.
- Die Teilnehmer der Gruppen *Panning Loci* und *Spatial Loci* verwendeten hauptsächlich einzelne, ihnen bekannte Räume als Umgebung.
- Wichtigstes Kriterium in den Gruppen *Panning Loci* und *Spatial Loci* bei der Wahl der Fotosphäre war, dass genügend Objekte für die Assoziation mit den Begriffen vorhanden waren.
- Teilnehmer der Gruppen *Panning Loci* und *Spatial Loci*, welche die *loci* systematisch wählten (z.B. „von links nach rechts“) verwendeten mehr Routenlinien und beherrschten die Reihenfolge tendenziell besser, als Teilnehmer mit einer chaotischen Anordnung der *loci*.

Tabelle 5.7: Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse hinsichtlich der Verhaltensmuster.

Bezüglich des Abfragens der mit den *loci* assoziierten Begriffe gibt es einen Unterschied zwischen der Version *No Loci* und den Versionen *Panning Loci* und *Spatial Loci*. Auch während des Abfragens in der Anwendung stand den Teilnehmern der Gruppen *Panning Loci* und *Spatial Loci* die Fotosphäre als visueller Stimulus zur Verfügung. Das heißt, der mentale Aufwand wurde dadurch verringert, dass die Teilnehmer sich nur an den assoziierten Begriff erinnern mussten, nicht aber an den *locus*. Beim schriftlichen Abfragen im Abschlussgespräch und im Online-Fragebogen nach einer Woche entfiel diese Stütze allerdings. Die Teilnehmer der Gruppe *No Loci* mussten sich sowohl beim Abfragen mit der Anwendung als auch im Abschlussgespräch an beides erinnern. Kemp und Krogt [11] zeigten, dass es die Effektivität der Loci-Methode negativ beeinflusst, wenn die *loci* nur beim Einprägen sichtbar sind, jedoch beim Abfragen mental vorgestellt werden müssen. Dieser Effekt wurde bereits in der in Kapitel 2 aufgestellten Hypothese, dass es einen *Trade-off* zwischen der Verringerung des mentalen Aufwands und der Effektivität der Methode gibt, berücksichtigt. Die Ergebnisse der Studie hinsichtlich der Effektivität zeigen, dass die Hypothese tendenziell korrekt ist. Betrachtet man Anzahl und Reihenfolge der korrekt erinnerten Begriffe, weisen die Teilnehmer der

Gruppe *No Loci* die höchste Effektivität auf. Es folgen die Teilnehmer der Gruppe *Spatial Loci*. Die niedrigste Effektivität hatte die Gruppe *Panning Loci*. Lässt man hingegen die Reihenfolge außer Acht und begutachtet alleine die Anzahl der korrekt erinnerten Begriffe, ergibt sich ein anderes Bild: In den Gruppen *No Loci* und *Spatial Loci* konnten sowohl im Abschlussgespräch als auch eine Woche später im Online-Fragebogen gleich viele Begriffe korrekt erinnert werden. Für die Gruppe *Panning Loci* gilt das nur für das Abschlussgespräch; eine Woche später im Online-Fragebogen war die Anzahl der korrekt erinnerten Begriffe deutlich schlechter als in den anderen beiden Gruppen. Das heißt, der *Trade-off* ist nur noch bei der Gruppe *Panning Loci* erkennbar bzw. in der Gruppe *Spatial Loci* ist allein die Reihenfolge für die schlechtere Effektivität verantwortlich. Des Weiteren geben die Ergebnisse einen ersten Hinweis, dass die Reihenfolge in den Gruppen *Panning Loci* und *Spatial Loci* bei einer systematischen Wahl der *loci* besser gelernt wurde; d.h., in einer zukünftigen Anwendung könnte die Effektivität in Bezug auf die Reihenfolge eventuell dadurch verbessert werden, dass die systematische Wahl der *loci* gefördert oder sogar erzwungen wird. Allerdings müsste dabei untersucht werden, ob (bzw. wie stark) sich das Erzwingen einer systematischen Wahl der *loci* negativ auf die Anzahl der korrekt erinnerten Begriffe auswirkt.

Der Unterschied hinsichtlich der Effektivität zwischen den Gruppen *Spatial Loci* und *Panning Loci* lässt sich nur über die Form der Eingabe erklären. Auch wenn diese Vermutung nicht durch statistische Signifikanz bestätigt werden kann, wird sie doch durch die Aussagen einiger Teilnehmer gestützt. Sie gaben an, dass sie sich Richtungen und Bewegungen merken konnten und dass ihnen dies beim Erinnern der Begriffe half. Es scheint also so zu sein, dass die räumliche Eingabe das korrekte Erinnern der Begriffe in der richtigen Reihenfolge besonders in Bezug auf das Langzeitgedächtnis unterstützt. Sieht man das im Zusammenhang mit dem Problem, dass die Version *Spatial Loci* in manchen Situationen nur eingeschränkt bzw. nicht nutzbar ist, dann könnte die Version *Panning Loci* in diesen Situationen als Alternative fungieren.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Ergebnisse tatsächlich die am Ende von Kapitel 2 aufgestellte Hypothese bestätigen (*Trade-off* „Verringerung der mentalen Anforderung vs. Effektivität“). Da besonders die Reihenfolge entscheidend für die Unterschiede zwischen den Gruppen war, könnte der Effekt allerdings unter Umständen durch eine systematische Wahl der *loci* verringert werden.

5.5 Designempfehlungen für zukünftige Anwendungen

Basierend auf den Ergebnissen und deren Diskussion werden in folgenden Abschnitten Implikationen abgeleitet und Empfehlungen für das Design zukünftiger Anwendungen ausgesprochen. Der Hauptgedanke dabei ist, einen guten Mittelweg für den erläuterten *Trade-off* zwischen mentalem Aufwand und Effektivität bei der Unterstützung der Loci-Methode zu finden.

5.5.1 Die mentale Einstiegshürde herabsetzen

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass in den Gruppen *Panning Loci* und *Spatial Loci* vor allem der visuelle Stimulus durch die Fotosphäre geschätzt und der mentale Aufwand besonders in der Phase „Verknüpfen & Einprägen“ reduziert wurde.

Durch weitere Stimuli könnte die mentale Einstiegshürde noch weiter herabgesetzt werden. Eine Möglichkeit dafür wären auditive Stimuli (d. h. Geräusche), die entweder typisch für die Umgebung oder für die mit den *loci* assoziierten Begriffe sind. Will man sich zum Beispiel die Begriffe „Piano“, „Flöte“ und „Gitarre“ einprägen, könnte an dem entsprechenden *locus* ein auf dem assoziierten Instrument gespielter Ton oder Akkord erklingen. Als weiterer visueller Stimulus könnten die

textuellen Repräsentationen der mit den *loci* assoziierten Begriffe entweder durch ein Bild oder sogar ein 3D-Objekt ersetzt bzw. ergänzt werden.

Ein Teilnehmer der Gruppe *No Loci* berichtete, dass er sich die Begriffe „Tennis“, „Bass“, „Piano“, „Flöte“ und „Gitarre“ dadurch merkte, indem er in Gedanken einen Tennisball über die Instrumente springen ließ. Bei dem Begriff „Ski“ stellte er sich vor, dass ein Paar Ski die Treppe seiner Wohnung hinunterfährt. Am Ende der Treppe treffen die Skier bei ihm auf den nächsten Begriff: das Saxophon. Diese Herangehensweise könnte man auch in einer mobilen Anwendung umsetzen; besonders dann, wenn man die mit den *loci* assoziierten Begriffe durch 3D-Objekte ersetzt. Als weiteren visuellen Stimulus würde man also Animationen einsetzen, die die *loci* miteinander verbinden. Eventuell könnte dadurch besonders das Einprägen der Reihenfolge der Begriffe erleichtert werden.

5.5.2 Einen ausreichend großen *Exploration Space* zur Verfügung stellen

Die Teilnehmer der Studie gaben an, dass im Schnitt etwas über 40 Begriffe in der Fotosphäre sinnvoll mit *loci* assoziiert werden können. Bei mehr Begriffen würden die *loci* zu nahe beieinander liegen und die Handhabung der Anwendung erschweren. Außerdem leidet die Stärke der Assoziationen dadurch. Zur „Vergrößerung“ des *Exploration Space* (d.h. der Umgebung, in der die *loci* gewählt werden) gibt es mehrere Optionen: Am einfachsten wäre es, dem Nutzer die Möglichkeit zu geben, dass er mehrere Fotosphären miteinander verknüpfen kann. Ist die Route in einer Fotosphäre „abgearbeitet“, öffnet sich (nach einer Bestätigung durch den Nutzer) eine andere und so weiter. Der Nutzer wechselt also praktisch immer wieder den Raum.



Abbildung 5.7: Mittels Zooming könnte der *Exploration Space* durch Unter Routen vergrößert werden.

Alternativ wäre auch eine Umsetzung wie bei *Google Streetview* möglich. Der Nutzer nimmt mehrere Fotosphären entlang eines Wegs oder innerhalb eines Gebäudes auf, die sich überschneiden; d.h. zwischen den Orten der Aufnahme liegen nur wenige Meter. Über Pfeile, die in den Fotosphären eingeblendet werden, kann sich der Nutzer dann von Fotosphäre zu Fotosphäre „bewegen“. Der

Vorteil an diesen beiden Varianten wäre, dass sie nach wie vor mit den in aktuellen Smartphones verbauten Sensoren umsetzbar wäre.

Unter Verwendung eines externen Trackingsystems oder eines Geräts, in dem eine Tiefenkamera verbaut ist (z. B. *Project Tango* von Google [33] oder die *HoloLens* von Microsoft) eröffnen sich weitere Möglichkeiten. Zum Einen könnten mittels *Zooming* die bereits in der Projektdokumentation vorgestellten „Unterrouten“ umgesetzt werden. Die Konzeptzeichnung in Abbildung 5.7 erklärt diese Idee anhand eines Beispiels. Befindet sich an einem *locus* eine Unterroute, wird er mit einem Marker versehen ①. Mittels *Zooming* kann man die Unterroute öffnen ②. Der Cursor führt den Nutzer anschließend durch die Unterroute ③. Außerdem könnte der *Exploration Space* mit diesen Geräten sogar auf eine begehbare, dreidimensionale Umgebung ausgeweitet werden wie sie zum Beispiel in einem Computerspiel zu finden ist.

5.5.3 Eine systematische Wahl der *loci* unterstützen

Die Ergebnisse der Studie geben ein erstes Anzeichen, dass sich eine systematische Wahl der *loci* positiv auf das Erinnern der Begriffe in der richtigen Reihenfolge auswirkt. Ein zu kleiner *Exploration Space* verhindert, dass die *loci* systematisch gewählt werden können: Nachdem die ersten Begriffe assoziiert wurden, findet der Nutzer bald keine *loci* mehr, die sich in sein System eingliedern lassen und er geht zu einer chaotischen Anordnung über. Das heißt, auch die Förderung einer systematischen Wahl der *loci* ist Grund genug für einen ausreichend großen *Exploration Space*.

5.5.4 Die unterstützenden Stimuli graduell reduzieren

McCabe [4] stellte fest, dass die mentale Einstiegshürde der Grund dafür ist, dass viele ihrer Studenten Mnemotechniken wie die Loci-Methode nicht verwenden. Deshalb ist es besonders zu Beginn wichtig, den mentalen Aufwand so gering wie möglich zu halten. Wie bereits beschrieben, führen die Stimuli allerdings zu einer Abhängigkeit (cf. Kemp und Krogt [11]) und verringern als Folge die Effektivität der Loci-Methode (*Trade-off* „Verringerung des Mentalen Aufwands vs. Effektivität“). Um diesem *Trade-off* zu begegnen, sollten die Stimuli in Abhängigkeit zum Lernfortschritt des Nutzers graduell reduziert werden. Um die Motivation des Nutzers trotz der steigenden mentalen Anforderung zu erhalten, sollte die Reduktion der Stimuli auf spielerische Art und Weise mit mehreren Leveln oder Schwierigkeitsstufen erfolgen. Abbildung 5.8 skizziert diese Idee.

In Level 1 werden noch alle Stimuli zur Unterstützung angeboten. Konnte der Nutzer beim Abfragen alle Begriffe einmal (oder mehrfach) korrekt wiedergeben, wird Level 2 erreicht und die auditiven Stimuli entfallen. Beim Aufstieg in das nächste Level könnten die visuellen Stimuli für die *loci* wieder durch eine textuelle Repräsentation ersetzt werden. In Level 5 verschwinden die visuellen Stimuli für die *loci*; die Fotosphäre wird mit einem einfarbigen Hintergrund ausgetauscht. Das letzte Level bietet dann nur noch eine Liste der Begriffe und entspricht daher der Version *No Loci*. Der spielerische Ansatz könnte durch ein Belohnungssystem noch weiter verstärkt werden. Falls der Nutzer sich korrekt an einen Begriff erinnern kann, bekommt er eine gewisse Anzahl an Punkten gutgeschrieben. Weiß er den gesuchten Begriff hingegen nicht, werden Punkte abgezogen. Das nächste Level würde ab einer gewissen Punktzahl erreicht werden.

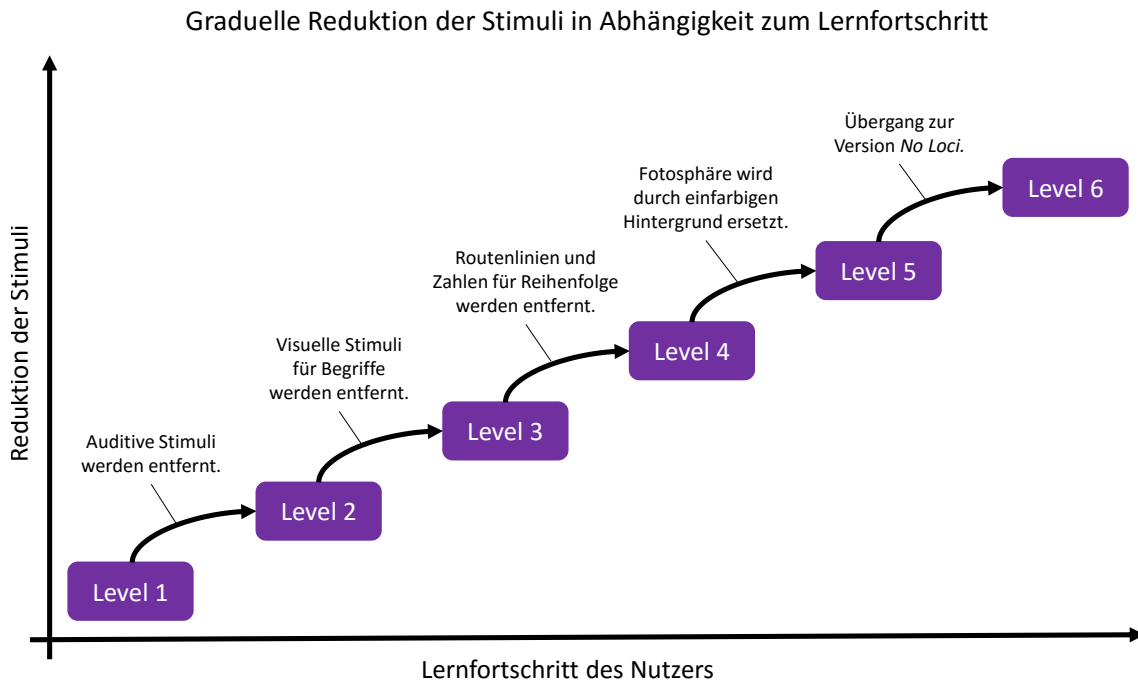


Abbildung 5.8: Die unterstützenden Stimuli werden in Abhängigkeit zum Lernfortschritt des Nutzers graduell reduziert.

5.5.5 Eine Kombination von *Panning* und räumlicher Eingabe anbieten

Bei der Interaktion sollte die räumliche Eingabe die erste Wahl sein, da Richtungen und Bewegungen als weitere Stimuli dienen. Wie bereits berichtet ist sie allerdings in bestimmten Situationen (die Teilnehmer nannten einen normalen Stuhl oder die Toilette) und besonders in der Öffentlichkeit nur eingeschränkt nutzbar („*Social Killer*“). Ein großer Vorteil – nämlich die Mobilität der Anwendung – würde dadurch in diesen Situationen verloren gehen. Deshalb sollte dem Nutzer zu jedem Zeitpunkt die Möglichkeit gegeben werden, auf *Panning* mittels *Touch*-Eingabe umschalten zu können.



6. Zusammenfassung & Ausblick

Google, Project Tango. Modifiziert übernommen von developers.google.com

Bei der Loci-Methode handelt es sich um eine Mnemotechnik, die bereits seit der Antike bekannt ist und auch heute noch verwendet wird. Ihre Charakteristiken sind aus Sicht der Psychologie bereits sehr gut erforscht. Auch wurde ihre Effektivität immer wieder belegt. Allerdings berichtet die Literatur auch von einigen Schwierigkeiten: So bedarf es zum einen eines initialen Trainings, um die Loci-Methode verwenden zu können und zum anderen ist ihr Einsatz mit einem hohen mentalen Aufwand verbunden, der besonders beim Erstellen und Verknüpfen der *loci* zum Tragen kommt. In der HCI gibt es bis zum heutigen Stand nur wenige Arbeiten zur Loci-Methode. Um den eben angesprochenen Schwierigkeiten zu begegnen, wurde der in dieser Arbeit vorgestellte Studienprototyp entwickelt. Die Anwendung „Memo Palace“ kombiniert dazu die klassische Loci-Methode mit den Vorteilen heutiger mobiler Geräte.

Ziel der Entwicklung war es, die mentale (Einstiegs-)Hürde der Loci-Methode mit Hilfe visueller Stimuli herabzusetzen und durch einen spielerischen Ansatz ihre Verwendung attraktiver zu machen. So können im Modus „Verknüpfen & Einprägen“ die *loci* in einer Fotosphäre markiert und durch Routenlinien verbunden werden. Im Modus „Abfragen“ führt der Cursor den Nutzer entlang der Route von *locus* zu *locus* und fragt ihn nach dem assoziierten Begriff. Als weitere visuelle Stütze werden die *loci* entsprechend grün oder rot markiert, abhängig davon, ob der Nutzer den Begriff beim letzten Abfragen korrekt wiedergeben konnte oder nicht. Als weitere Stütze kommt für die Interaktion mit der Anwendung die räumliche Eingabe zum Einsatz.

Zur Evaluation in einer Studie wurden zusätzlich zu der eben beschriebenen Version *Spatial Loci* zwei weitere entwickelt. Für die Version *Panning Loci* wurde die räumliche Interaktion durch *Touch*-basiertes *Panning* ersetzt. Die Version *No Loci* fungierte als Kontrollbedingung der Anwendung und verzichtete auf die Fotosphäre als visuellen Stimulus für die *loci*. Stattdessen wurden die Begriffe in einer einfachen Liste präsentiert.

Die Ergebnisse der *In-The-Wild*-Studie mit 24 Teilnehmern bestätigen die aus den Grundlagen abgeleitete Hypothese (Kapitel 2), dass ein *Trade-off* zwischen der Reduzierung des mentalen Aufwands und der Effektivität bei der Anwendung der Loci-Methode besteht: Vor allem in Bezug

auf die Reihenfolge schnitten die Teilnehmer der Version *No Loci* am besten ab; also in der Version, in der die wenigsten Stimuli angeboten wurden und der mentale Aufwand am höchsten war. Dies gilt sowohl für das Abschlussgespräch als auch für den Online-Fragebogen eine Woche später. Betrachtet man allein die korrekt erinnerten Begriffe, war die Effektivität im Abschlussgespräch bei allen Teilnehmern, ungeachtet der verwendeten Version, ungefähr gleich hoch. Im Online-Fragebogen eine Woche nach dem Abschlussgespräch änderte sich dieses Bild. Die Teilnehmer der Gruppe *Panning Loci* konnten sich im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen hier an deutlich weniger Begriffe erinnern.

Neben dem *Trade-off* zwischen geringem mentalen Aufwand und Effektivität konnten bei den Teilnehmern der Gruppen *Panning Loci* und *Spatial Loci* erste Anzeichen für einen weiteren Zusammenhang gefunden werden: Wählten die Nutzer die *loci* nach einem System (z.B. "von links nach rechts"), nutzten sie die Routenlinien öfter und beherrschten die Reihenfolge im Anschluss auch tendenziell besser. Auf Grund des beschränkten Platzes in der Fotosphäre wählten die meisten Nutzer allerdings eine chaotische Anordnung der *loci*.

Basierend auf den Ergebnissen wurden verschiedene Designempfehlungen für zukünftige Anwendungen abgegeben. Um dem angesprochenen *Trade-off* zu begegnen, sollten zu Beginn viele Stimuli (z. B. visuelle, auditive, usw.) angeboten werden, die dann in Abhängigkeit zu dem Lernfortschritt des Nutzers reduziert werden. Die räumliche Interaktion sollte generell bevorzugt werden, aber jederzeit auf *Panning* umgeschaltet werden können. Um die systematische Wahl der *loci* zu begünstigen, sollte zudem für einen ausreichend großen *Exploration Space* gesorgt werden.

Während der Durchführung der Studie und der Evaluation der Ergebnisse wurden weitere Forschungsfragen aufgeworfen. Auch entstanden Ideen für Anwendungsmöglichkeiten und Erweiterungen des Prototyps. Sie sollen an dieser Stelle kurz vorgestellt werden:

Weitere Forschungsfragen. In zukünftigen Arbeiten könnte genauer untersucht werden, in welchem Grad sich eine systematische Wahl der *loci* auf die Reihenfolge auswirkt und ob die Stärke der Assoziationen von *loci* und Begriffen darunter leidet. Eine weitere spannende Frage wäre, wie sich die Wahl der Fotosphäre auf die Effektivität der Loci-Methode auswirkt. Ist es wichtig, dass bekannte Umgebungen mit einem hohen persönlichen Bezug gewählt werden? Oder funktionieren Fotosphären von unbekanntem Umgebungen eventuell genauso gut oder sogar besser? Sollte die Fotosphäre eher ein echtes Foto sein oder funktionieren auch virtuelle oder sogar bizarre Bilder bzw. Umgebungen?

Mögliche Erweiterungen des Prototyps. Um die Aussagekraft der Ergebnisse zu steigern, wäre es auch denkbar, eine groß angelegte Studie über die *App Stores* von Google und Apple durchzuführen. Dazu müsste die Anwendung allerdings noch entsprechend angepasst werden. Da z. B. kein direkter Zugriff mehr auf die Geräte besteht, müssten die *Log-Files* und die demografischen Daten automatisiert über das Internet übertragen werden. Zudem müssten die Umfragen in die Anwendung integriert werden.



Abbildung 6.1: Playstore (links) und Project Tango (rechts). Das Logo des Playstores wurde übernommen von Wikimedia Commons. Die Abbildung des Tango Tablets stammt von developers.google.com.

Mit einer Anwendung für Googles *Project Tango* [33] (cf. Abbildung 6.1 rechts) oder für die *HoloLens* von Microsoft [34] könnte der Studienprototyp um eine Umgebung erweitert werden, in der sich der Nutzer nicht nur umschaun sondern auch bewegen kann. Beide Geräte besitzen im Gegensatz zu aktuellen, kommerziellen Geräten die nötigen Sensoren dafür, sind momentan aber nur als *Development-Kit* verfügbar. Sie erlauben es, die relative Position des Geräts zu seiner Umwelt ohne ein externes Tracking-System und mit der nötigen Genauigkeit zu bestimmen. Dadurch könnte ein ganzes, virtuelles Gebäude mit mehreren Räumen für die Anwendung der Loci-Methode verwendet werden. Auch wäre es möglich, die reale Welt als Umgebung zu verwenden und diese mit virtuellen Markierungen für die *loci* anzureichern („*Augmented Reality*“).

Anwendungsmöglichkeiten. Während des Abschlussgesprächs gaben 20 Teilnehmer (83,33%) an, dass sie sich unter Voraussetzung geeigneter Lerninhalte zumindest vorstellen könnten mit der Anwendung „Memo Palace“ für eine Prüfung zu lernen. Gefragt nach der Art des Lernstoffs gaben z. B. 15 Teilnehmer (62,5%) an, dass Vokabeln sehr geeignet dafür wären. Weitere Nennungen waren (Begriffs-)Definitionen ($N = 8$), Vorträge ($N = 3$), geschichtliche Daten ($N = 3$), Theorien ($N = 2$), mathematische Formeln ($N = 2$), Gedichte ($N = 1$) und Einkaufszettel ($N = 1$). Dieses Ergebnis verdeutlicht das Potential, welches in dem Studienprototypen „Memo Palace“ steckt und gibt einen Ausblick auf die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten.

Abschließend lässt sich sagen, dass diese Arbeit zum besseren Verständnis für das Lernen auf mobilen Geräten im Verbund mit der Loci-Methode beiträgt und erste Hinweise darauf gibt, welche Dinge bei der Umsetzung zu berücksichtigen sind. Die aufgeworfenen Forschungsfragen und die vorgestellten Erweiterungsmöglichkeiten sollen einen Anreiz für weitere Forschung geben.



7. Literatur-, Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Literatur

- [1] Gordon H. Bower. “Analysis of a Mnemonic Device: Modern psychology uncovers the powerful components of an ancient system for improving memory”. In: *American Scientist* 58.5 (1970), Seiten 496–510. ISSN: 00030996. URL: <http://www.jstor.org/stable/27829239> (siehe Seiten 6, 7, 10, 13, 17, 26).
- [2] Frances A. Yates. *The Art of Memory*. 1966 (siehe Seiten 6, 11, 12).
- [3] Francis S. Bellezza. “Mnemonic Devices: Classification, Characteristics, and Criteria”. In: *Review of Educational Research* 51.2 (1981), Seiten 247–275. DOI: 10.3102/00346543051002247 (siehe Seiten 6, 10, 11, 15, 26).
- [4] Jennifer A. McCabe. “Location, Location, Location! Demonstrating the Mnemonic Benefit of the Method of Loci”. In: *Teaching of Psychology* 42.2 (2015), Seiten 169–173. DOI: 10.1177/0098628315573143 (siehe Seiten 7, 17, 26, 52).
- [5] Eric L.G. Legge et al. “Building a memory palace in minutes: Equivalent memory performance using virtual versus conventional environments with the Method of Loci”. In: *Acta Psychologica* 141.3 (2012), Seiten 380–390. ISSN: 0001-6918. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.actpsy.2012.09.002 (siehe Seiten 7, 17, 20–22, 26).
- [6] Glenn Lea. “Chronometric Analysis of the Method of Loci”. In: *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 104.2 (1975), Seiten 95–104. DOI: <http://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0096-1523.1.2.95> (siehe Seiten 9, 13, 14, 26).
- [7] John Ross und Kerry Ann Lawrence. “Some observations on memory artifice”. In: *Psychonomic Science* 13.2 (1968), Seiten 107–108. ISSN: 2197-9952. DOI: 10.3758/BF03342433 (siehe Seiten 9, 13–17, 26).
- [8] Henry L. Roediger. “The effectiveness of four mnemonics in ordering recall.” In: *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory* 6.5 (1980), Seiten 558–567. ISSN: 0096-1515. DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/0278-7393.6.5.558> (siehe Seiten 9, 10, 15–17, 26, 35, 40).

- [9] Duden. URL: <http://www.duden.de/node/742568/visions/1094946/view> (besucht am 16.04.2016) (siehe Seite 9).
- [10] Gordon H. Bower. "How to...uh...remember!" In: *Psychology Today* (Okt. 1973), Seiten 496–510. URL: <http://www.jstor.org/stable/27829239> (siehe Seiten 10, 17).
- [11] Simon Kemp und Christopher D. Krogg. "Effect of visibility of the loci on recall using the method of loci". In: *Bulletin of the Psychonomic Society* 23.3 (1985), Seiten 202–204. ISSN: 0090-5054. DOI: 10.3758/BF03329826 (siehe Seiten 13, 14, 26, 49, 52).
- [12] Aaron S. Richmond, Rhoda Cummings und Michael Klapp. "Transfer of the method of loci, pegword, and keyword mnemonics in the eighth grade classroom." In: *Researcher* 21.2 (2008), Seiten 1–12 (siehe Seite 13).
- [13] Cristina Massen et al. "Effects of instruction on learners' ability to generate an effective pathway in the method of loci." In: *Memory* 17.7 (2009), Seiten 724–731. ISSN: 09658211 (siehe Seite 13).
- [14] Simon T. Perrault et al. "Physical Loci: Leveraging Spatial, Object and Semantic Memory for Command Selection". In: *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '15. Seoul, Republic of Korea: ACM, 2015, Seiten 299–308. ISBN: 978-1-4503-3145-6. DOI: 10.1145/2702123.2702126 (siehe Seiten 17, 20, 26, 36, 37).
- [15] Gordon H. Bower und Judith S. Reitman. "Mnemonic elaboration in multilist learning". In: *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 11.4 (1972), Seiten 478–485. ISSN: 0022-5371. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5371\(72\)80030-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5371(72)80030-6) (siehe Seite 17).
- [16] John O. Brooks, Leah Friedman und Jerome A. Yesavage. "A Study of the Problems Older Adults Encounter When Using a Mnemonic Technique". In: *International Psychogeriatrics* 5 (01 März 1993), Seiten 57–65. ISSN: 1741-203X. DOI: 10.1017/S1041610293001395 (siehe Seite 17).
- [17] Angelica Moè und Rossana De Beni. "Stressing the efficacy of the Loci method: oral presentation and the subject-generation of the Loci pathway with expository passages." In: *Applied Cognitive Psychology* 19.1 (2005), Seiten 95–106. ISSN: 08884080 (siehe Seite 17).
- [18] Jussi Ängeslevä et al. "Body Mnemonics Portable device interaction design concept". In: (2003) (siehe Seite 18).
- [19] Xiang 'Anthony' Chen et al. "Extending a Mobile Device's Interaction Space Through Body-centric Interaction". In: *Proceedings of the 14th International Conference on Human-computer Interaction with Mobile Devices and Services*. MobileHCI '12. San Francisco, California, USA: ACM, 2012, Seiten 151–160. ISBN: 978-1-4503-1105-2. DOI: 10.1145/2371574.2371599 (siehe Seite 18).
- [20] Yasushi Ikei, Hirofumi Ota und Takuro Kayahara. "Human Interface and the Management of Information. Interacting in Information Environments: Symposium on Human Interface 2007, Held as Part of HCI International 2007, Beijing, China, July 22-27, 2007, Proceedings, Part II". In: Herausgegeben von Michael J. Smith und Gavriel Salvendy. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007. Kapitel Spatial Electronic Mnemonics: A Virtual Memory Interface, Seiten 30–37. ISBN: 978-3-540-73354-6. DOI: 10.1007/978-3-540-73354-6_4 (siehe Seite 19).
- [21] David Krauss. *Gedächtnisunterstützung durch digitale Assoziationsketten*. ger. 2014. URL: <http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2014/9322> (siehe Seiten 21, 22).

- [22] developer.android.com. *Sensors Overview*. URL: http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview.html (besucht am 10.03.2016) (siehe Seite 23).
- [23] Martin Spindler, Sophie Stellmach und Raimund Dachsel. “PaperLens: Advanced Magic Lens Interaction Above the Tabletop”. In: *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*. ITS ’09. Banff, Alberta, Canada: ACM, 2009, Seiten 69–76. ISBN: 978-1-60558-733-2. DOI: 10.1145/1731903.1731920 (siehe Seiten 23, 26).
- [24] Michel Pahud et al. “Toward Compound Navigation Tasks on Mobiles via Spatial Manipulation”. In: *Proceedings of the 15th International Conference on Human-computer Interaction with Mobile Devices and Services*. MobileHCI ’13. Munich, Germany: ACM, 2013, Seiten 113–122. ISBN: 978-1-4503-2273-7. DOI: 10.1145/2493190.2493210 (siehe Seiten 23, 24, 26).
- [25] George W. Fitzmaurice, Shumin Zhai und Mark H. Chignell. “Virtual Reality for Palmtop Computers”. In: *ACM Trans. Inf. Syst.* 11.3 (Juli 1993), Seiten 197–218. ISSN: 1046-8188. DOI: 10.1145/159161.159160 (siehe Seiten 25, 26, 29).
- [26] Ken Hinckley et al. “A Survey of Design Issues in Spatial Input”. In: *Proceedings of the 7th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. UIST ’94. Marina del Rey, California, USA: ACM, 1994, Seiten 213–222. ISBN: 0-89791-657-3. DOI: 10.1145/192426.192501 (siehe Seite 25).
- [27] Ka-Ping Yee. “Peephole Displays: Pen Interaction on Spatially Aware Handheld Computers”. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI ’03. Ft. Lauderdale, Florida, USA: ACM, 2003, Seiten 1–8. ISBN: 1-58113-630-7. DOI: 10.1145/642611.642613 (siehe Seiten 25, 29).
- [28] Frank Chun Yat Li, David Dearman und Khai N. Truong. “Virtual Shelves: Interactions with Orientation Aware Devices”. In: *Proceedings of the 22Nd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. UIST ’09. Victoria, BC, Canada: ACM, 2009, Seiten 125–128. ISBN: 978-1-60558-745-5. DOI: 10.1145/1622176.1622200 (siehe Seiten 25, 26).
- [29] Unity Technologies. *Unity*. 2015. URL: <http://unity3d.com/> (besucht am 07. 12. 2015) (siehe Seite 28).
- [30] Google. *Material Design*. URL: <http://www.google.com/design/spec/material-design/introduction.html#> (besucht am 10. 12. 2015) (siehe Seite 28).
- [31] Google. *Farbpalette des Material Design*. URL: <http://www.google.com/design/spec/style/color.html#color-color-palette> (besucht am 10. 12. 2015) (siehe Seite 28).
- [32] Google. *Material icons*. URL: <https://www.google.com/design/icons/> (besucht am 10. 12. 2015) (siehe Seite 28).
- [33] Google. *Google’s Project Tango*. URL: <https://www.google.com/atap/project-tango/> (besucht am 13. 04. 2016) (siehe Seiten 52, 56).
- [34] Microsoft. *Microsoft HoloLens*. URL: <https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us> (siehe Seite 56).

Tabellen

- 2.1 Klassifikation nach Bellezza. *Modifiziert übernommen aus [3]*. 11

2.2	Ergebnisse der Studie von Ross und Lawrence. <i>Modifiziert übernommen aus [7].</i>	15
2.3	Durchschnittlich erinnerte Anzahl von Begriffen in der Studie von Roediger (<i>Lenient Criterion</i>). <i>Modifiziert übernommen aus [8].</i>	16
2.4	Durchschnittlich erinnerte Anzahl von Begriffen in der Studie von Roediger (<i>Strict Criterion</i>). <i>Modifiziert übernommen aus [8].</i>	16
2.5	Übersicht über die in aktuellen mobilen Geräten verbauten Sensoren. <i>Nach [22].</i>	23
3.1	Übersicht über die verschiedenen Funktionen in den Versionen <i>Panning Loci</i> und <i>Spatial Loci</i>	30
3.2	Überblick über die wesentlichen Unterschiede der drei Versionen.	33
4.1	Abhängige Variablen und Operationalisierung.	35
4.2	Die Teilnehmer sollten 40 Begriffe mit Hilfe der ihnen zugeteilten Version des „Memo Palace“ auswendig lernen. Die Reihenfolge ist in Klammern angegeben. <i>Die Begriffe wurden von Perrault et al. [14] übernommen.</i>	36
5.1	Durchschnittswerte und Mediane für die Anzahl korrekt erinnerter Begriffe sowohl für das Abschlussgespräch als auch eine Woche danach.	39
5.2	Durchschnittswerte und Mediane für die Reihenfolge sowohl für das Abschlussgespräch als auch eine Woche danach.	40
5.3	Überblick über die wahrgenommene Systemunterstützung	44
5.4	Durchschnittliche Verwendungsdauer der Anwendung für beide Modi und insgesamt.	45
5.5	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse hinsichtlich der Effektivität.	47
5.6	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse hinsichtlich der wahrgenommenen Systemunterstützung.	48
5.7	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse hinsichtlich der Verhaltensmuster.	49

Abbildungen

1.1	Ein Beispiel für die Anwendung der Loci-Methode.	7
1.2	Die Struktur der Arbeit.	8
2.1	<i>Massed vs. Seperate. Übernommen von Bower [1].</i>	13
2.2	Die Reaktionszeit ist linear zur Anzahl der gescannten <i>loci</i> . <i>Übernommen von Lea [6].</i>	14
2.3	Die Body-Map von Ängeslevä et al. <i>Übernommen aus [18].</i>	18
2.4	Abbildung zur Studie von Ikei, Ota und Kayahara. <i>Modifiziert übernommen aus [20].</i>	19
2.5	Die virtuellen Umgebungen im Experiment von Legge et al. <i>Übernommen aus [5].</i>	20
2.6	Der Ablauf des Experiments von Legge et al. [5].	21
2.7	Die Anwendung <i>LocoLoci</i> von Krauss. <i>Übernommen aus [21].</i>	22
2.8	Fixed planar mapping. <i>Übernommen von Pahud et al. [24]</i>	23
2.9	Fixed spherical mapping. <i>Übernommen von Pahud et al. [24]</i>	24

2.10	Dynamic mapping. <i>Übernommen von Pahud et al. [24]</i>	24
2.11	Die „ <i>Peephole Display</i> “-Metapher von Yee. <i>Übernommen aus [27]</i>	25
2.12	<i>Virtual Cubic Spreadsheet</i> von Fitzmaurice, Zhai und Chignell und <i>Virtual Shelves</i> von Li, Dearman und Truong. <i>Übernommen aus [25] bzw. [28]</i>	26
3.1	Unity (links) und MonoDevelop (rechts).	29
3.2	Das Menü der Anwendung	29
3.3	Modus „Verknüpfen & Einprägen“	30
3.4	Modus „Abfragen“	31
3.5	Feedback in den Versionen <i>Spatial Loci</i> und <i>Panning Loci</i>	31
3.6	Einprägen und Abfragen in der Version <i>No Loci</i>	32
3.7	Feedback in der Version <i>No Loci</i>	33
4.1	Ablauf der Studie.	36
4.2	Wortwolke Lerntechniken und Hilfsmittel. <i>Erstellt auf wordle.net</i>	38
5.1	Boxplots für die Anzahl der korrekt erinnerten Begriffe. <i>Erstellt mit R</i>	40
5.2	Boxplots für die Anzahl der korrekt erinnerten Begriffe in der richtigen Reihenfolge. <i>Erstellt mit R</i>	41
5.3	Ergebnisse für die wahrgenommene Systemunterstützung auf einer Skala von 0 bis 10.	42
5.4	Die Teilnehmer der Gruppen <i>Panning Loci</i> und <i>Spatial Loci</i> wurden nach der maximal in der Fotosphäre platzierbaren Anzahl von Begriffen gefragt. <i>Der Boxplot wurde mit R erstellt</i>	43
5.5	Balkendiagramm für die durchschnittliche Verwendungsdauer.	45
5.6	Chaotische versus systematische Verteilung der <i>loci</i>	47
5.7	Konzeptzeichnung Unterrouten	51
5.8	Graduelles Reduzieren der unterstützenden Stimuli.	53
6.1	Playstore und Project Tango.	55



8. Anhang

Inhaltsverzeichnis der Anhänge

A. Erklärung über eine selbstständig verfasste Bachelorarbeit	63
B. Einleitungsschreiben	64
C. Einverständniserklärung <i>No Loci</i>	65
D. Einverständniserklärung <i>Panning & Spatial Loci</i>	66
E. Demografischer Fragebogen	67
F. Tutorial <i>No Loci</i>	69
G. Tutorial <i>Panning & Spatial Loci</i>	71
H. Test Abschlussgespräch	74
I. Fragen des Leitfadenterviews <i>No Loci</i>	75
J. Fragen des Leitfadenterviews <i>Panning & Spatial Loci</i>	80

A. Erklärung über eine selbstständig verfasste Bachelorarbeit

Ich versichere hiermit, dass ich die anliegende Bachelorarbeit mit dem Thema

„Memo Palace: Design und Evaluation einer mobilen Lernanwendung basierend auf der Loci-Methode“

(Englisch: „Memo Palace: Design and Evaluation of a Mobile Learning Application Based on the Method of Loci“)

selbstständig verfasst und keine anderen Hilfsmittel und Quellen als die angegebenen benutzt habe.

Die Stellen, die anderen Werken (einschließlich des Internets und anderer elektronischer Text- und Datensammlungen) dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Falle durch Angabe der Quelle bzw. der Sekundärliteratur als Entlehnung kenntlich gemacht.

Weiterhin versichere ich hiermit, dass die o.g. Arbeit noch nicht anderweitig als Abschlussarbeit einer Bachelor- bzw. Masterprüfung eingereicht wurde. Mir ist ferner bekannt, dass ich bis zum Abschluss des Prüfungsverfahrens die Materialien verfügbar zu halten habe, welche die eigenständige Abfassung der Arbeit belegen können.

Darüber hinaus reiche ich die Arbeit zusätzlich auch in elektronischer Form, als Datei, beim Dozenten ein.

Konstanz, den 30. April 2016

Jonathan Wieland

B. Einleitungsschreiben

Studie zum Mobilem Lernen mit der Anwendung „Memo Palace“

Konstanz, den 20.08.2015

Herzlich willkommen!

Danke, dass Sie sich dazu bereit erklärt haben, an der Studie „Mobiles Lernen mit der App Memo Palace“ teilzunehmen. Bevor es losgeht, möchte ich Ihnen mit Hilfe dieser kurzen Einführung vermitteln, um was es bei der Untersuchung geht und welche Rolle Sie dabei spielen.

Im Rahmen meines Bachelorprojekts habe ich eine Anwendung für Android und iOS entwickelt, die das mobile Lernen fördern soll. Diese App wird heute auf Ihrem Smartphone installiert. Mit der App lassen sich Begriffslisten auf drei verschiedene Arten auswendig lernen. Auf Ihrem Smartphone wird die App randomisiert auf eine der drei Arten eingestellt. Ihre Aufgabe für die nächsten Tage ist es, täglich mindestens 15 Minuten mit der Anwendung die vorgegebenen Begriffe auswendig zu lernen. Wann, wo und wie oft Sie jeden Tag mit der App lernen, bleibt Ihnen überlassen. Sie dürfen auch gerne länger als 15 Minuten pro Tag lernen. Nach oben gibt es keine Grenze. Wichtig ist allerdings, dass Sie die Begriffe ausschließlich mit der App lernen. Bei der Studie werden nämlich nicht Sie getestet, sondern alleine die Anwendung und wie sie den Lernprozess unterstützt. Während Sie lernen, wird dazu Ihre Interaktion mit der App aufgezeichnet.

Am Montag wird die Anwendung wieder von Ihrem Smartphone entfernt. Außerdem findet ein kurzes Abschlussgespräch statt. Wenn Sie bis dahin - wie vereinbart - mindestens 15 Minuten pro Tag gelernt haben, dürfen Sie sich außerdem über die Auszahlung von 14€ freuen.

Auf der Rückseite finden Sie einen Wochenplan, der die Studie noch einmal grafisch darstellt und zusammenfasst.

Bei Fragen oder Problemen können Sie sich gerne jederzeit per E-Mail an mich wenden:

Jonathan.Wieland@uni-konstanz.de

Ich wünsche Ihnen viel Spaß mit der App und möchte mich noch einmal für Ihre Teilnahme bedanken!

Jonathan Wieland

C. Einverständniserklärung *No Loci*

Studie zum Mobilien Lernen mit der Anwendung „Memo Palace“

Einverständniserklärung

Sehr geehrte(r) Teilnehmer(in),

Vielen Dank dafür, dass Sie sich dazu bereit erklärt haben an der Studie „Mobiles Lernen mit der App Memo Palace“ teilzunehmen. Wie bei jeder Studie üblich, werden wir die von Ihnen erzeugten Daten analysieren und eventuell in späteren Publikationen anonymisiert veröffentlichen. Wir garantieren dabei absolute Diskretion. Es wird zu keinem Zeitpunkt Rückschluss auf Sie als Person möglich sein.

Die durch Sie generierten Daten enthalten zeitabhängige Informationen und umfassen die folgenden Punkte:

- Informationen zur Nutzung der Anwendung
- Audioaufzeichnung während des Abschlussgesprächs

Bitte bestätigen Sie mit Ihrem Namen und Ihrer Unterschrift, dass Sie mit der Aufzeichnung und vertraulichen Verarbeitung der oben genannten Daten einverstanden sind.

Ort/Datum:

Teilnehmer

Name _____

Unterschrift _____

Verantwortlicher

Name: Jonathan Wieland

Unterschrift _____

D. Einverständniserklärung *Panning & Spatial Loci*

Studie zum Mobilem Lernen mit der Anwendung „Memo Palace“

Einverständniserklärung

Sehr geehrte(r) Teilnehmer(in),

Vielen Dank dafür, dass Sie sich dazu bereit erklärt haben an der Studie „Mobiles Lernen mit der App Memo Palace“ teilzunehmen. Wie bei jeder Studie üblich, werden wir die von Ihnen erzeugten Daten analysieren und eventuell in späteren Publikationen anonymisiert veröffentlichen. Wir garantieren dabei absolute Diskretion. Es wird zu keinem Zeitpunkt Rückschluss auf Sie als Person möglich sein.

Die durch Sie generierten Daten enthalten zeitabhängige Informationen und umfassen die folgenden Punkte:

- Informationen zur Nutzung der Anwendung
- Das von Ihnen verwendete 360°-Panoramabild
- Audioaufzeichnung während des Abschlussgesprächs

Bitte bestätigen Sie mit Ihrem Namen und Ihrer Unterschrift, dass Sie mit der Aufzeichnung und vertraulichen Verarbeitung der oben genannten Daten einverstanden sind.

Ort/Datum:

Teilnehmer

Name

Unterschrift

Verantwortlicher

Name:

Unterschrift

Jonathan Wieland

E. Demografischer Fragebogen

Demografischer Fragebogen zur Studie "Mobiles Lernen mit der App Memo Palace"

* Erforderlich

1. **Geschlecht ***

Markieren Sie nur ein Oval.

- weiblich
 männlich

2. **Geburtsdatum ***

Beispiel: 15. Dezember 2012

3. **Seit wie vielen Jahren besitzen Sie bereits ein Smartphone? ***

4. **Wie erfahren würden Sie sich auf einer Skala von 1 bis 5 mit dem Umgang von Smartphones einschätzen? ***

Markieren Sie nur ein Oval.

- 1 2 3 4 5
- sehr unerfahren sehr erfahren

5. **Wie viele Stunden am Tag benutzen Sie ihr Smartphone ungefähr? ***

Markieren Sie nur ein Oval.

- weniger als 1 Stunde
 1 - 2 Stunden
 2 - 3 Stunden
 3 Stunden oder mehr

6. **Welcher Tätigkeit kommen Sie aktuell nach? ***

Markieren Sie nur ein Oval.

- Schüler
 Auszubildender
 Student
 Berufstätig
 Sonstiges:

12. **An welchen Orten lernen Sie in der Regel bzw. prägen sich Dinge ein? ***

Sie können auch mehrere Kästchen ankreuzen.
Wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.

- Daheim
 Unterwegs
 Arbeitsplatz
 Bildungseinrichtung (Schule, Uni, FH, ...)
 Bibliothek
 Sonstiges:

13. **Auswendiglernen ist eine Tätigkeit, die ich ... ***

Markieren Sie nur ein Oval.

- ... ausschließlich alleine ausübe.
 ... teilweise auch mit anderen zusammen ausübe.
 ... nur mit anderen zusammen ausübe.

Bereitgestellt von
 Google Forms

7. **Wie wird Ihre(r) Schule/Studienfach/Ausbildung/Beruf bezeichnet?**

z.B. Realschule, Informatik, Werkzeugmechaniker, Schweißer, ...

.....

8. **Der Alltag erfordert oftmals das Einprägen/Auswendiglernen von Dingen. Welche der folgenden Dinge treffen auf Ihren Alltag zu? ***

Wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.

- Einkaufslisten
 Rezepte
 Lerninhalte
 Sonstiges:

9. **Wenn Sie bei der vorherigen Frage "Lerninhalte" angekreuzt haben: Um welche Lerninhalte handelt es sich?**

.....

10. **Welche Strategien (z.B. besondere Lernmethode) und Hilfsmittel (z.B. Stift und Papier, Smartphone, ...) verwenden Sie beim Einprägen/Auswendiglernen von Dingen? ***

.....

11. **Zu welchen Tageszeiten lernen Sie für gewöhnlich bzw. prägen sich Dinge ein? ***

Sie können auch mehrere Kästchen ankreuzen.
Wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.

- Morgens
 Mittags
 Abends
 Nachts

Tutorial
Studie zum Mobilien Lernen mit der Anwendung „Memo Palace“
Seite 1/2

1

Starten Sie die Anwendung. Tippen Sie dazu auf das in Abbildung 1 gezeigte Icon.

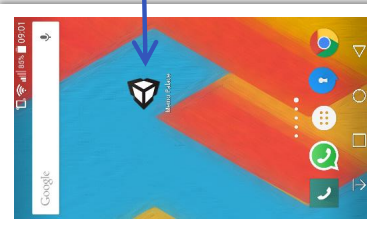


Abbildung 1

2

Nach einen kurzen Ladebildschirm **öffnet** sich die Anwendung. Der Bildschirm sieht jetzt so wie in Abbildung 2 aus.

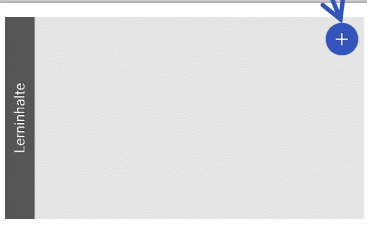


Abbildung 2

3

Legen sie eine **neue Liste** an. **Tippen** Sie dazu auf **+**. Der in Abbildung 3 gezeigte Dialog **öffnet** sich.




Abbildung 3

4

Vergeben Sie einen Namen für die neu angelegte Liste. **Tippen Sie dazu in das Textfeld** (Abbildung 3).




Abbildung 4

5

Wie in Abbildung 4 gezeigt, **öffnet** sich die **Tastatur** Ihres Smartphones.

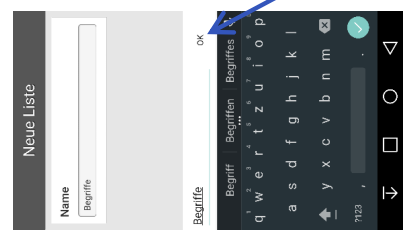


Abbildung 5

6

Geben Sie einen Namen ein. Wie z.B. „Begriffe“. **Bestätigen** Sie anschließend mit „OK“.




Abbildung 6

7

Tippen Sie auf „Speichern“




Abbildung 7

8

Der Bildschirm sieht jetzt so wie in Abbildung 8 gezeigt aus.

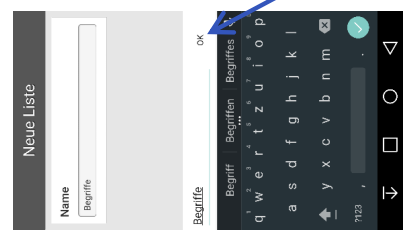


Abbildung 8

Bei Problemen oder Fragen:
jonathan.wieland@uni-konstanz.de

Tutorial Studie zum Mobilem Lernen mit der Anwendung „Memo Palace“ Seite 2/2

1. Sich die Begriffe einprägen

1 **Prägen** Sie sich die Begriffe ein. **Tippen** Sie dazu auf das Auge. Eine Liste mit **allen Begriffen** wird geöffnet.

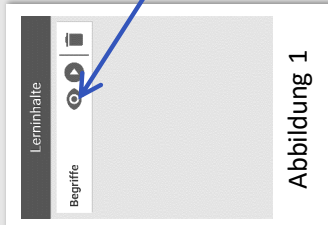


Abbildung 1

2. Sich abfragen lassen

1 **Lassen** Sie sich **abfragen**. **Tippen** Sie dazu auf den „Play“-Knopf.

2 Die in Abbildung 2 gezeigte Liste öffnet sich.

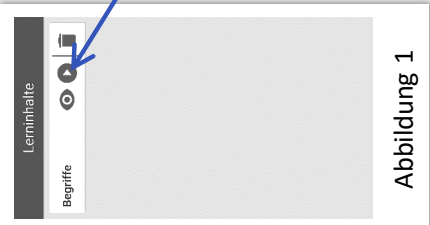


Abbildung 1

3 **Öffnen** Sie den **ersten Listeneintrag**. **Tippen** Sie dazu einfach darauf.




Abbildung 2

4 Der **erste Listeneintrag** öffnet sich. Sie werden nach dem **ersten Begriff** gefragt.

5 **Versuchen** Sie sich an den **gefragten Begriff zu erinnern**. **Tippen** sie anschließend auf „Lösung“.

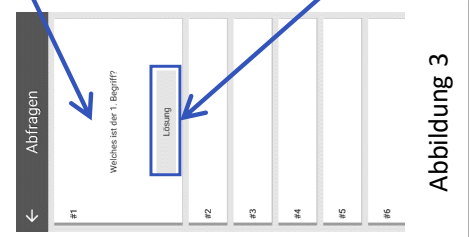


Abbildung 3

6 Jetzt wird Ihnen der **gefragte Begriff** angezeigt. **Tippen** Sie auf den **„Gewusst“-Knopf**, wenn Sie den **Begriff** wussten. **Tippen** Sie auf den **„Nicht gewusst“-Knopf**, falls Sie den **Begriff** nicht wussten.

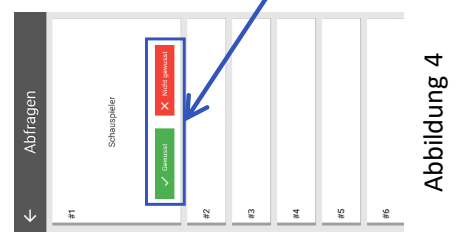


Abbildung 4

7 Der **nächste Listeneintrag** öffnet sich **automatisch**. **Beginnen** Sie wieder bei **Schritt 5**.

Bei Problemen oder Fragen:
jonathan.wieland@uni-konstanz.de

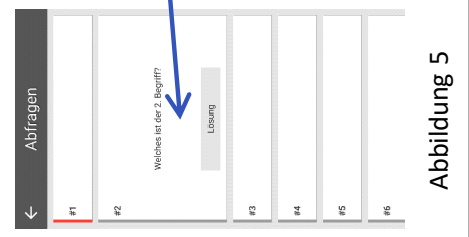


Abbildung 5

Tutorial

Studie zum Mobilien Lernen mit der Anwendung „Memo Palace“

Seite 1/3

1

Einen neuen Raum erstellen

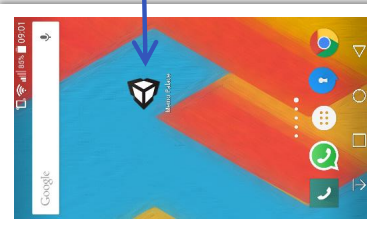


Abbildung 1

2

Nach einen kurzen Ladebildschirm **öffnet** sich die Anwendung. Der Bildschirm sieht jetzt so wie in Abbildung 2 aus.

3

Legen sie eine **neue Liste** an. **Tippen** Sie dazu auf **+**. Der in Abbildung 3 gezeigte Dialog öffnet sich.

4

Vergeben Sie einen Namen für die neu angelegte Liste. **Tippen Sie dazu in das Textfeld** (Abbildung 3).

5

Wie in Abbildung 4 gezeigt, **öffnet** sich die **Tastatur** Ihres Smartphones.

6

Geben Sie einen Namen ein. Wie z.B. „Museum“. **Bestätigen** Sie anschließend mit „OK“.

7

Wählen Sie ein 360° Panoramabild für den Raum aus. **Tippen** Sie dazu auf „Zum Auswählen tippen“.

8

Der Bildschirm sieht jetzt so wie in Abbildung 6 gezeigt aus.

Abbildung 1

Abbildung 2

Abbildung 3

Abbildung 4

Abbildung 5

Abbildung 6

8

Tippen Sie auf „Speichern“. Fertig!

Bei Problemen oder Fragen:
jonathan.wieland@uni-konstanz.de

Seite 2/3

Tutorial

Studie zum Mobilten Lernen mit der Anwendung „Memo Palace“

Verknüpfen & Einprägen

1

Füllen Sie den Raum mit Begriffen. **Tippen** Sie dazu auf das Auge.

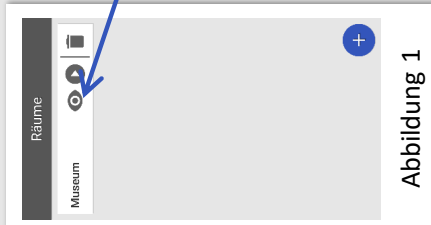


Abbildung 1

2

Der Raum öffnet sich nach einem **kurzen Ladebildschirm** im Modus „Verknüpfen & Einprägen“.




Abbildung 3

3

Sie finden folgende **Knöpfe**:

- Begriffe verbinden
- Verbindung löschen
- Begriff verschieben
- Begriff löschen
- Begriff platzieren

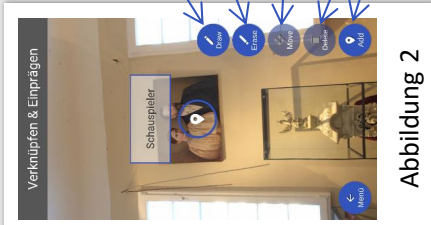


Abbildung 2

4

Platzieren Sie den ersten Begriff („Schauspieler“) im Raum. **Navigieren** Sie dazu zu einem Gegenstand/Platz mit dem Sie den Begriff verknüpfen möchten. **Tippen** Sie anschließend entweder auf den Cursor oder auf den „Add“-Knopf.

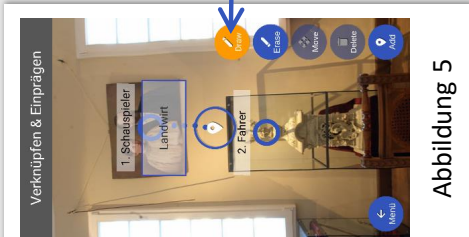


Abbildung 5

5

Platzieren Sie auf die gleiche Weise den zweiten Begriff.

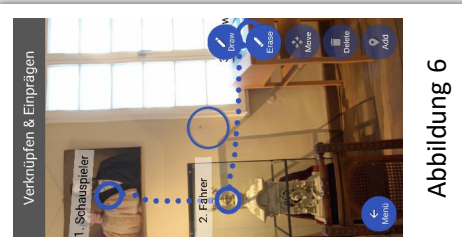


Abbildung 6

6

Optional: **Verbinden** Sie den ersten mit dem zweiten Begriff. **Navigieren** Sie dazu über den ersten Begriff, tippen dann auf den „Draw“-Knopf und bewegen sich dann zum zweiten Begriff.

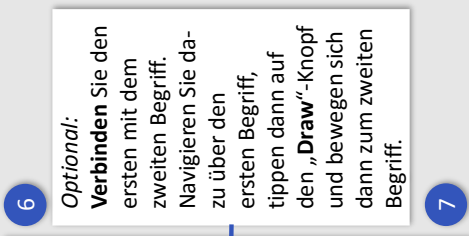


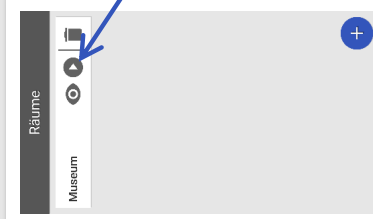
Abbildung 7

7

Wiederholen Sie Schritt **4** bis **6** für die restlichen Begriffe. Wenn alle Begriffe platziert sind können Sie **die Begriffe in diesem Modus beliebig oft durchgehen um sie sich einzuprägen**.

Bei Problemen oder Fragen:
ionathan.wieland@uni-konstanz.de

Sich Abfragen lassen



1

Lassen Sie sich **abfragen**. **Tippen** Sie dazu auf den „Play“-Knopf.

Abbildung 1

2

Der Raum öffnet sich nach einem **kurzen Ladebildschirm** im Modus **„Abfragen“**.

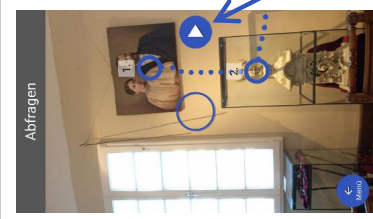


Abbildung 2

3

Tippen Sie auf den „Play“-Knopf um mit dem **Abfragen** zu beginnen.



Abbildung 3

4

Navigieren Sie zum **ersten Begriff**. Sie werden danach **gefragt**.

5

Versuchen Sie sich an den **gefragten Begriff zu erinnern**. **Tippen** sie anschließend auf **„Lösung“**.



Abbildung 4

6

Jetzt wird Ihnen der **gefragte Begriff** angezeigt. **Tippen** Sie auf den **„Gewusst“-Knopf**, wenn sie den **Begriff** wussten. **Tippen** Sie auf den **„Nicht gewusst“-Knopf**, falls Sie den **Begriff nicht** wussten.

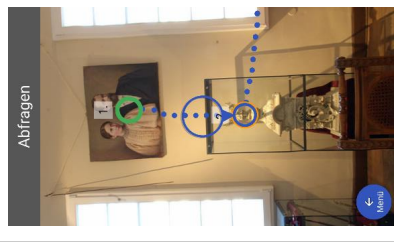


Abbildung 5

7

Navigieren Sie zum **nächsten Begriff**. Der **kleine Pfeil am Cursor** (oder die von Ihnen gezeichnete **Linie**) führt Sie dort hin. Zudem ist der **Kreis des nächsten Begriffs orange umrandet**.



Abbildung 6

4

Dort **angekommen** beginnen Sie wieder bei **Schritt 5**.

Bei **Problemen** oder **Fragen**:
jonathan.wieland@uni-konstanz.de

H. Test Abschlussgespräch

Studie zum Mobilien Lernen mit der Anwendung „Memo Palace“

Bitte schreiben Sie alle Begriffe auf, an die Sie sich erinnern können. Ordnen Sie die Begriffe nach ihrer Reihenfolge. Schreiben Sie bei jedem Begriff dazu, wie Sie ihn sich gemerkt haben.

I. Fragen des Leitfadeninterviews *No Loci*

Studie zum Mobilem Lernen mit der Anwendung „Memo Palace“

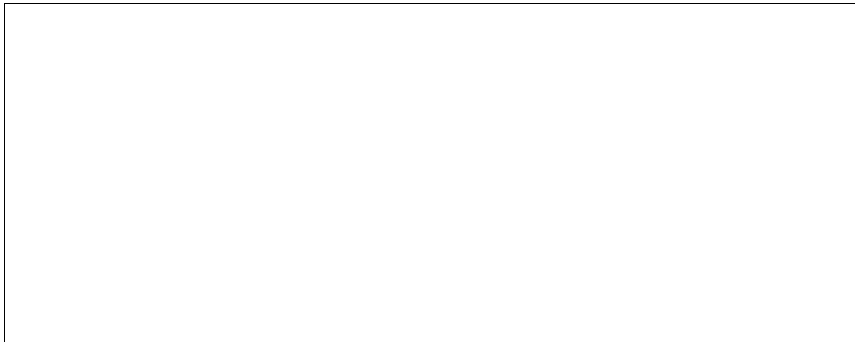
Abschlussgespräch

1. Begriffe abfragen, dazu vorbereitetes Blatt ausfüllen lassen. Beobachtungen:

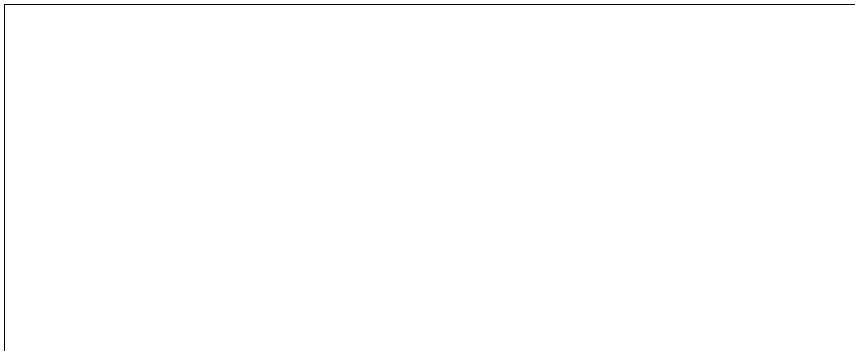
2. Wann haben Sie gelernt und wie lange?

3. Wo haben Sie gelernt? (örtlicher Kontext, Situation, sozialer Kontext) Warum dort und nicht wo anders?

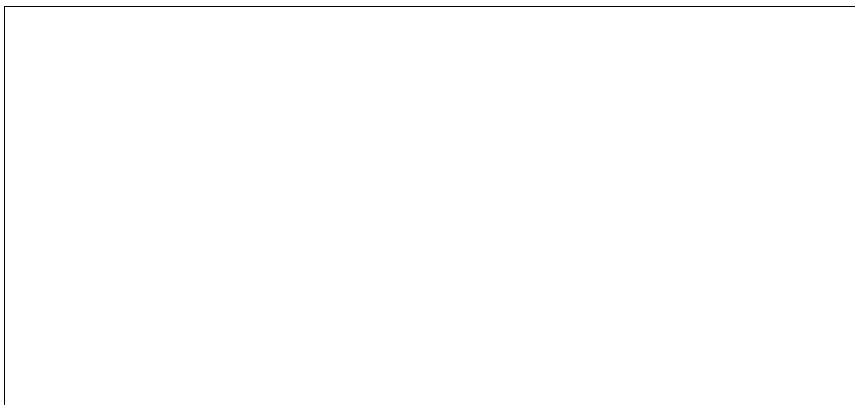
4. Wie haben Sie gelernt? (Ablauf und Position/Interaktion/Navigation im Raum) Warum so und nicht anders?



5. Haben Sie die Loci Methode beim Lernen verwendet? Wenn ja: Wie sehr hat Sie die App dabei unterstützt (Skala 1-10)? Beschreiben Sie, wie Sie vorgegangen sind.



6. Wie viele Umgebungen haben Sie verwendet? Beschreiben Sie die verwendete(n) Umgebung(en).



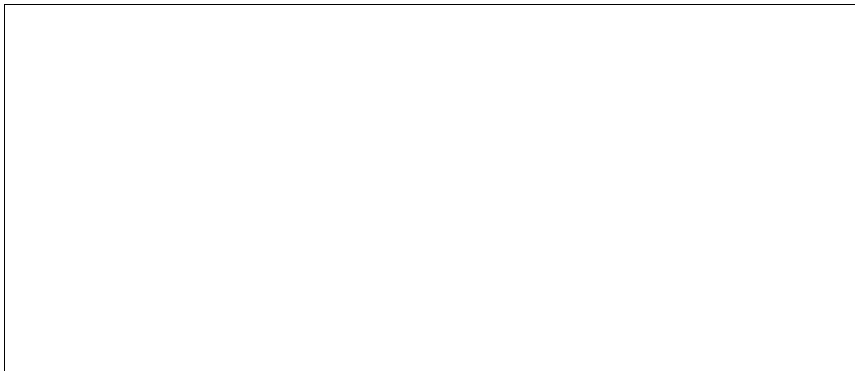
7. Haben Sie die Begriffe mit einer Route verknüpft? Warum? Wie verläuft die Route durch den Raum (chaotisch / von links nach rechts / gewohnter Weg durch die vorgestellte Umgebung)?



8. Sind Sie die Route nur in Gedanken durchgegangen oder auch physisch?



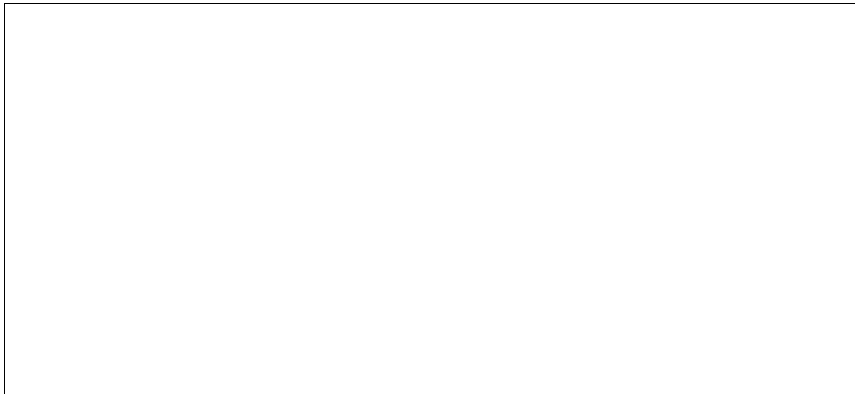
9. Hat die App Sie beim Lernen unterstützt? Waren Sie zufrieden mit Ihrem Lernfortschritt?



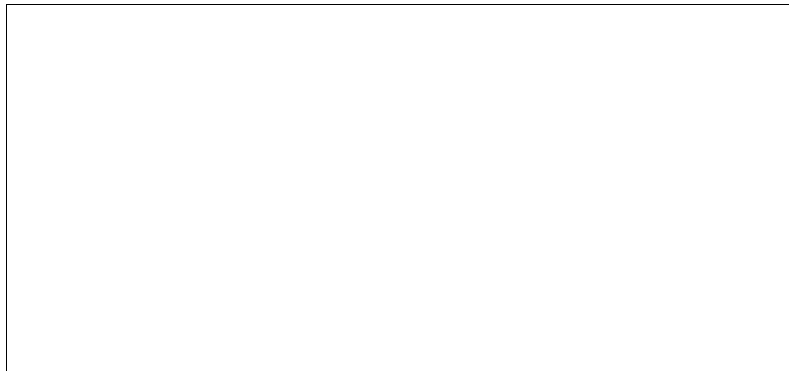
10. Was hat Ihnen beim Einprägen der Begriffe mit der App besonders gut gefallen? Was hat ihnen weniger gut gefallen?



11. Gab es Probleme mit der App? Beschreiben Sie.



a. Beim Einprägen der Begriffe?



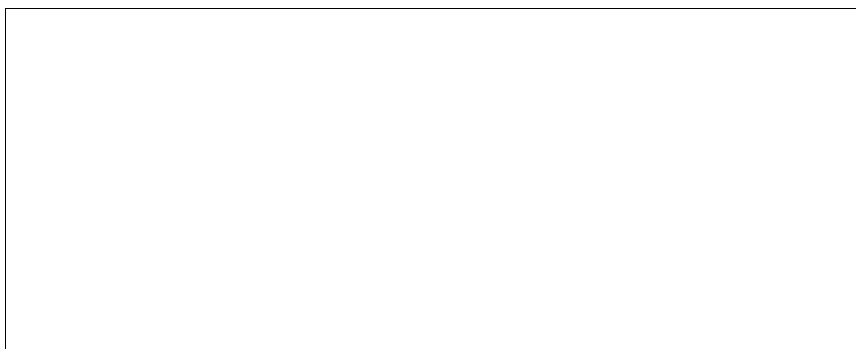
b. Beim Abfragen?



12. Könnten Sie sich vorstellen, mit der App auch für Prüfungen zu lernen? Begründen Sie und geben Sie ein Beispiel für die Lerninhalte, die Sie damit lernen würden.



13. Sonstige Anmerkungen



J. Fragen des Leitfadeninterviews *Panning & Spatial Loci*

Studie zum Mobilem Lernen mit der Anwendung „Memo Palace“

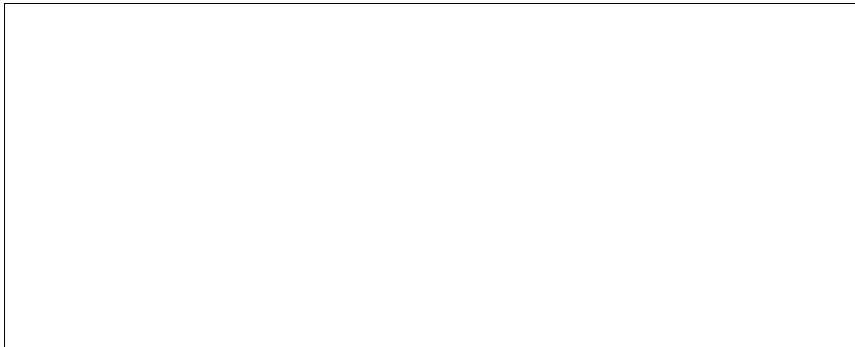
Abschlussgespräch

1. Begriffe abfragen, dazu vorbereitetes Blatt ausfüllen lassen. Beobachtungen:

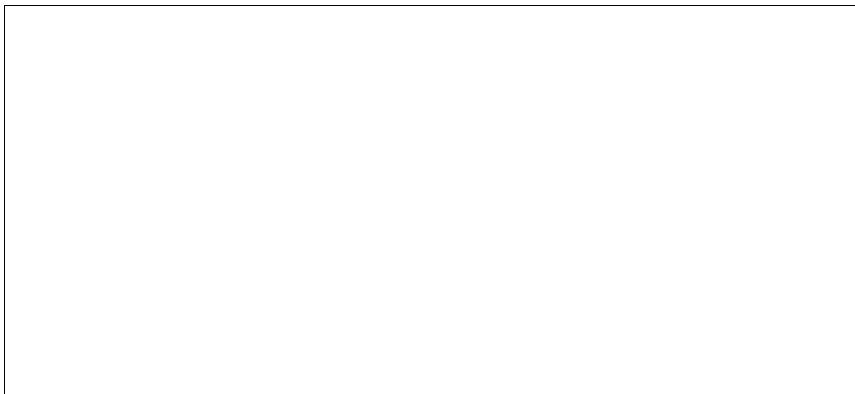
2. Wann haben Sie gelernt und wie lange?

3. Wo haben Sie gelernt? (örtlicher Kontext, Situation, sozialer Kontext) Warum dort und nicht wo anders?

4. Haben Sie die Loci-Methode zum Lernen verwendet? Wenn ja: Wie sehr hat Sie die App dabei unterstützt (Skala 1-10)?



5. Wie haben Sie gelernt? (Ablauf und Position/Interaktion/Navigation im Raum) Warum so und nicht anders? Haben Sie die Loci-Methode verwendet?



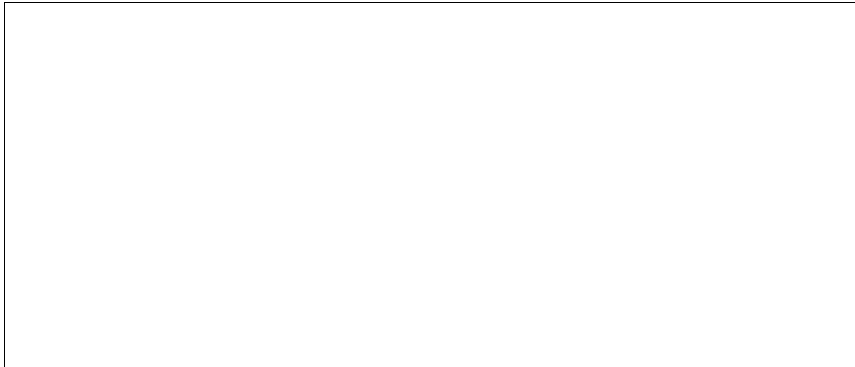
6. Welches Bild haben Sie ausgewählt?



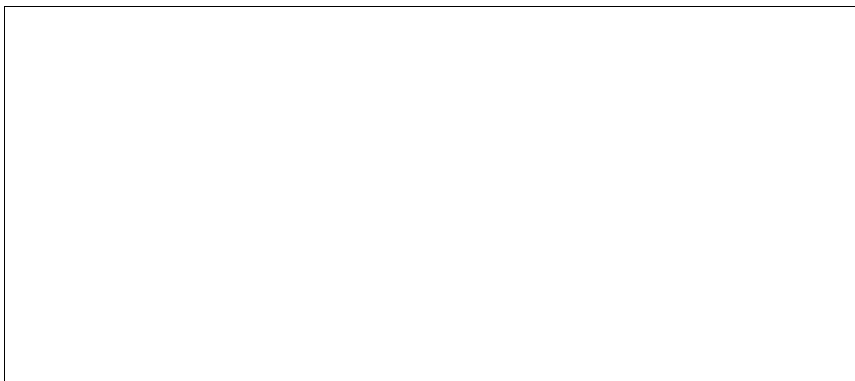
7. Warum haben Sie gerade dieses Bild ausgewählt? Nach welchen Kriterien haben Sie es ausgewählt? (bekannt / unbekannt / persönlicher Bezug)? War der Raum groß genug?



8. Haben Sie die Linien verwendet? Warum?



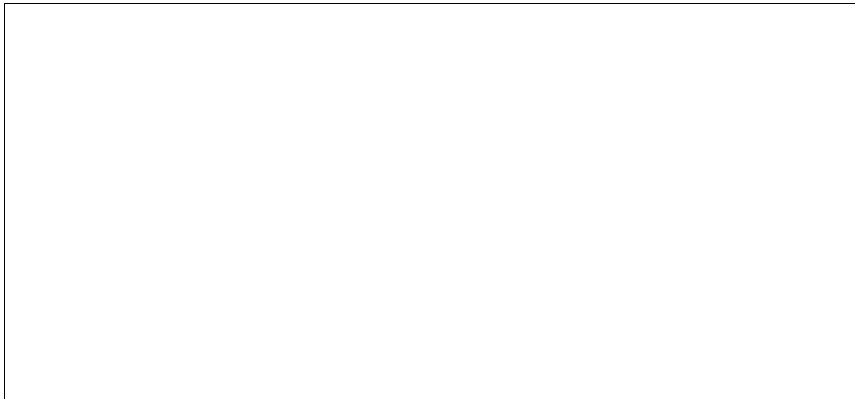
9. Hat die App Sie beim Lernen unterstützt? Waren Sie zufrieden mit Ihrem Lernfortschritt?



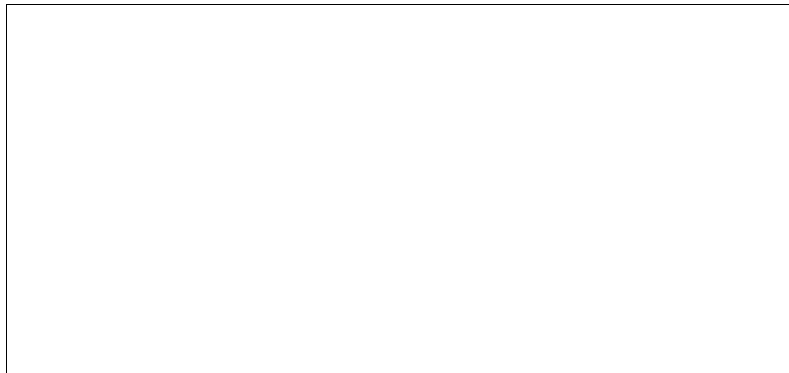
10. Was hat Ihnen beim Einprägen der Begriffe mit der App besonders gut gefallen? Was hat ihnen weniger gut gefallen?



11. Gab es Probleme mit der App? Beschreiben Sie.



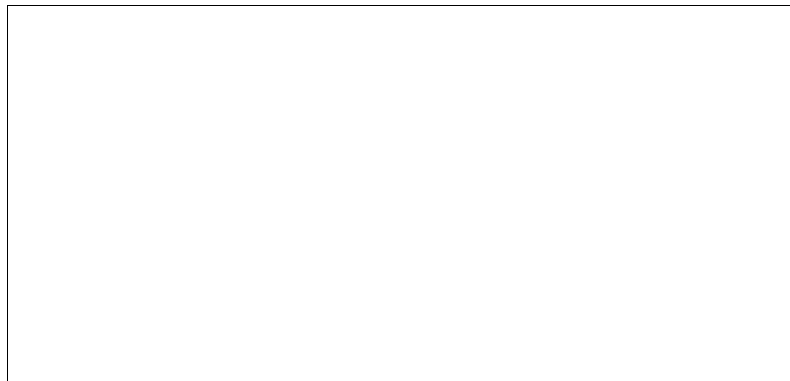
a. Bei der Erstellung des Raums?



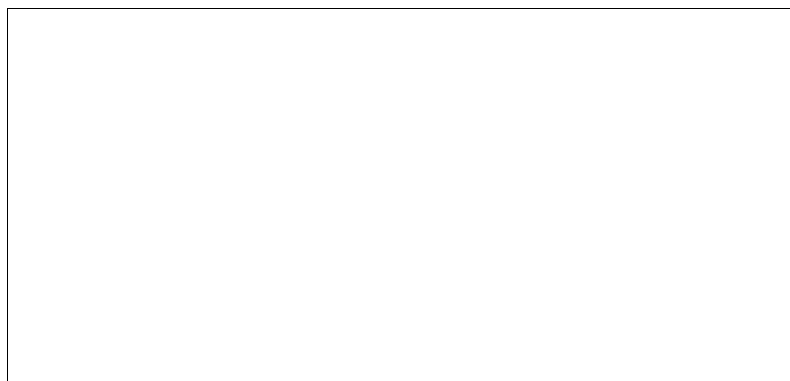
b. Bei dem Platzieren der Begriffe?



c. Beim Einprägen der Begriffe?



d. Beim Abfragen?



12. Könnten Sie sich vorstellen, mit der App auch für Prüfungen zu lernen? Begründen Sie und geben Sie ein Beispiel für die Lerninhalte, die Sie damit lernen würden.



13. Sonstige Anmerkungen

