



Tactilio

Taktiler Lernspiel für sehbehinderte Kinder

MASTERTHESIS | Laura Evers | 2019

tactilio

Taktiler Lernspiel für sehbehinderte Kinder

MASTERARBEIT

Zur Erlangung des akademischen Grades Master of Arts
im Studiengang Interaction Design

Laura Evers

Laura_evers@freenet.de

Betreuung:

Erstprüfer: Prof. Dominik Schumacher

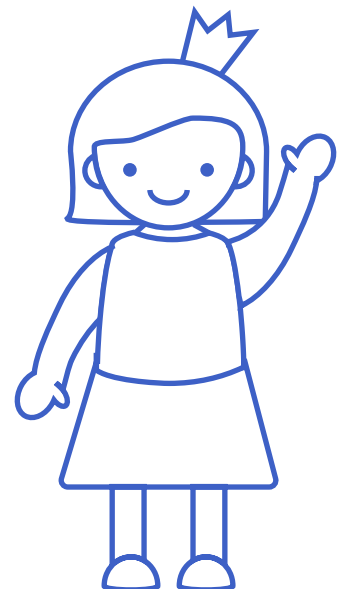
Zweitprüfer: Dr. Michael Minge

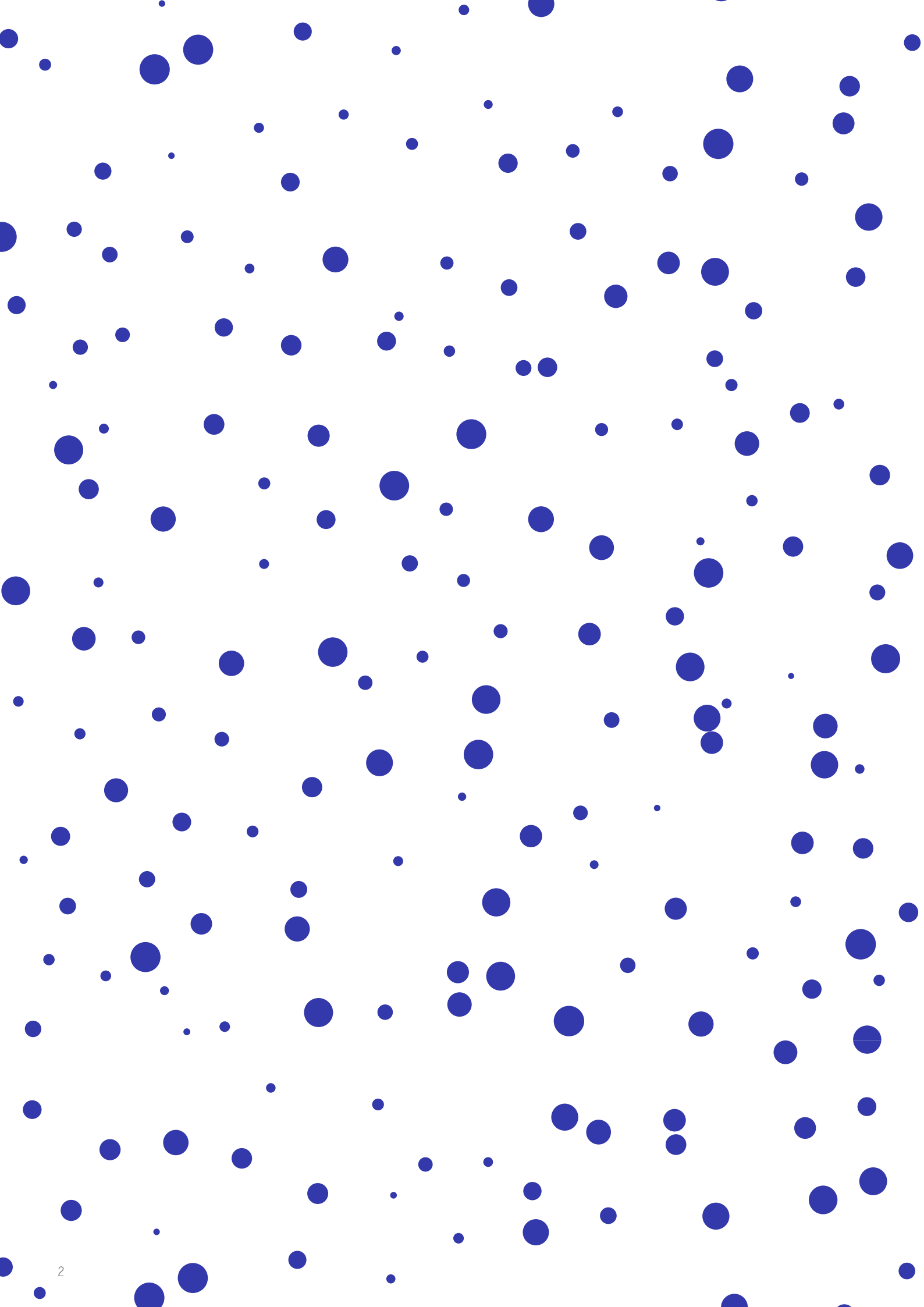
Hochschule Magdeburg-Stendal

Institut für Industrial Design

Master Interaction Design

Sommersemester 2019





Vorwort

Wir leben in einer Welt, in der die Orientierung größtenteils auf Basis von visuellen Reizen erfolgt. Das Sehen prägt unseren Sprachgebrauch, unsere Motorik und unseren Erkenntnisgewinn. So nehmen wir 80 % unserer Informationen über diesen Sinn auf (1 S. 67-79). Fällt diese wichtige Wahrnehmungsform weg, müssen unsere anderen Sinne Kompensationsarbeit leisten. Für sehbehinderte und blinde SchülerInnen bedeutet dies, ihr Gehör sowie den Tastsinn zu schulen. Es ist wichtig diese dahingehend möglichst früh zu fördern. Die Herausforderungen, die an die vorhandenen Sinne gestellt werden um Informationen zu erhalten und zu verarbeiten sind prägend für den weiteren Lebensweg.

Die Generalversammlung der Vereinten Nationen sprach Kindern im Jahr 1959 das Recht auf Spiel und Freizeit zu (2). Dies zeigt die große Bedeutung, die dem Spielen beigemessen wird. Schließlich bietet es Kindern die Möglichkeit sich und ihr eigenes Potential zu entfalten.

Leider ist die Auswahl an barrierefreiem Spielzeug sehr begrenzt. Besonders im Bereich der Sehbehindertenpädagogik sind die Ressourcen für die Entwicklung oder Adaptierung von Spielen, welche auf die Bedürfnisse der Kinder eingehen, knapp.

Diese Abschlussarbeit thematisiert die Entwicklung eines Lernspiels, das speziell auf die Anforderungen von sehbehinderten Kindern im Grundschulalter angepasst ist. Der Fokus liegt auf einer intensiven Recherche im Bereich Sehbehindertenpädagogik sowie der Konzeption eines Prototyps.

Zurzeit arbeite ich als Projektmitarbeiterin der Hochschule Magdeburg im Ego.Gründertransfer Projekt „taptic – ertastbare Grafiken für sehbehinderte und blinde Menschen“. Das Gründungsprojekt entwickelt ein Angebot um taktile Grafiken zu gestalten und einer breiteren Masse zugänglich zu machen. Im Rahmen des Projekts soll diese Masterarbeit, mit dem Titel „tactilio – taktiles Lernspiel für sehbehinderte Kinder“, eine gute Ergänzung des Gründungsvorhabens darstellen.

Vorgehen

Durch Recherchearbeit in den Bereichen Sehbehinderung und Sehbehindertenpädagogik sollte zunächst der Grundstein für die weitere Arbeit gelegt werden. Die Recherche verschaffte einen ersten Eindruck für die Besonderheiten dieser Behinderung und die damit verbundenen pädagogischen Anforderungen.

Des Weiteren halfen Besuche in Medienzentren, welche sich auf die Erstellung von Schulmaterial für blinde und sehbehinderte Kinder spezialisiert haben, dabei Einblicke in die Planung und Umsetzung von spezifischem Lehrmaterial zu gewinnen. Unterrichtshospitationen sowie Interviews mit Experten stellten eine gute Ergänzung dar. Die auf diese Weise gewonnenen Erkenntnisse flossen in Material- und Nutzertests ein. Abschließend wurde ein Prototyp erstellt und von der Zielgruppe getestet.

INHALT

VORWORT

VORGEHEN

1.

GRUNDLAGEN 6

Blindheit und Sehbehinderung	7
Sehen und Sehschädigung	7
Ursachen für Sehschädigungen	8
Sehbehinderung in Deutschland	10
Didaktik für sehbehinderte Schüler	11
Schulsystem	11
Die Zielgruppe	11
Herausforderungen in der Didaktik	11
Die Brailleschrift	12
Motorik und Wahrnehmung	13
Die kognitive Entwicklung	13
Senso- und Psychomotorik	13
Haptische und räumliche Wahrnehmung	13
Wahrnehmungsförderung	14
Multisensorische Lerntheorie	15

2.

RECHERCHEARBEIT 16

Taktile Kinderbücher und Spiele	17
Richtlinien zur Erstellung taktile Kinderbücher	17
Analyse taktiler Kinderbücher	19
Analyse: Spiele für blinde und sehbehinderte Kinder	21

3.

HOSPITATIONEN 24

Feldbeobachtung und Interviews	25
--------------------------------	----

4.

THEMENFINDUNG 33

Mind-Mapping	34
Weiteres Vorgehen	36
Erste Ideen und Skizzen	37
ExpertenInterview	30

5.

KONZEPT 41

Konzeptzusammenfassung	42
------------------------	----

6.

PROTOTYPING 47

Vorgehensweise	48
Papierprototyp	48
Zweiter Prototyp	51

7.

NUTZERTEST 56

8.

AUSBlick 63

EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG

QUELLEN

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

1

Grundlagen

Blindheit und Sehbehinderung

Sehen und Sehschädigung
Ursachen für Sehschädigungen
Sehbehinderung in Deutschland

Didaktik für sehbehinderte Schüler

Schulsystem
Die Zielgruppe
Herausforderungen in der Didaktik
Die Brailleschrift

Motorik und Wahrnehmung

Die kognitive Entwicklung
Senso- und Psychomotorik
Haptische und räumliche Wahrnehmung
Wahrnehmungsförderung
Multisensorische Lerntheorie

BLINDHEIT UND SEHBEHINDERUNG

Sehen und Sehschädigung

Das menschliche Sehen kann in zwei Vorgänge aufgeteilt werden. So gibt es einen „physiologischen (okularen) Bereich mit primär aufnehmenden Funktionen und einen cerebralen oder zentralen (neurologischen) Bereich, in welchem die Verarbeitung des Aufgenommenen erfolgt.“ (3 S.18) Vielschichtige Vorgänge in unterschiedlichen Regionen des Gehirns verarbeiten die durch das Auge aufgenommenen Informationen (3 S. 23). So ist es uns möglich, das Gesehene wahrzunehmen.

„Bei der Sehschädigung wird mit einer erheblichen Herabsetzung des Sehvermögens gerechnet, die auf Veränderungen des Sehorgans (Auge, Sehnerv, Sehzentrum im Gehirn) beruht und in der Regel eine dauerhafte, gravierende und umfängliche Behinderung in verschiedenen Lebensbereichen nach sich zieht.“ (4 S. 152)

Diagnose

Optotypen werden zum Messen der Sehschärfe eingesetzt. Sie können in Form von Buchstaben, Zahlen auch Landoltringen (siehe Abbildung 1) ausgeführt sein. Die Messung mit Landoltringen eignet sich besonders für Kinder und Analphabeten. Die Landoltringe sind in Reihen und nach Größe angeordnet. Der Test besteht darin aus zwei Meter Entfernung die Öffnung der Ringe zu erfassen und deren Ausrichtung anzugeben (5).

Wird die Messung ohne optische Hilfsmittel durchgeführt, spricht man beim Ergebnis von Sehleistung. Bei einer Messung mit bestmöglichen Hilfsmitteln wird die Bezeichnung Visus verwendet (6 S. 457).

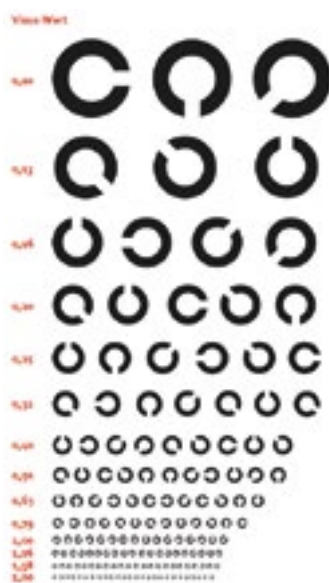


Abb.1: Landoltringe
Quelle: brillen-sehhilfen.de

Rath unterteilt Sehschädigungen nach Art und Grad (7 S. 19). Dabei orientiert sich der Grad der Sehbeeinträchtigung am Fernzentralvisus, dem Maß der Sehschärfe für die Ferne. So entspricht der Wert 1 dem normalen Sehen, während der Ausprägungsgrad „Blindheit“ einen Wert von 0,02 oder geringer aufweist.

Die unterschiedlichen Seheinschränkungsgrade werden unter dem Überbegriff „Sehschädigung“ zusammengefasst (siehe Abbildung 2). Als Sehbehinderung gilt die „Herabsetzung des Sehvermögens auf weniger als $\frac{1}{3}$ (0,3) bis $\frac{1}{20}$ (0,05) der Norm“ (8).



Abb.2: Graphische Darstellung der Einteilung von Funktionseinschränkungen des Sehens
Quelle: Rath 1987, 19

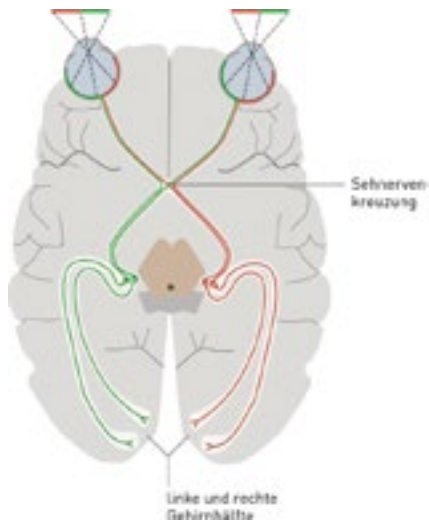


Abb. 3: Sehnervenkreuzung
Quelle: zhd.ch

Ursachen für Sehschädigungen

Cerebral Visual Impairment

Ursache

Cerebral Visual Impairment (kurz CVI) ist der meist verbreitetste Auslöser für Sehschädigungen bei Kindern und Jugendlichen in Industriestaaten (3 S. 33-35). Auslöser ist eine Verletzung des visuellen Cortex im Bereich der Sehnervenkreuzung (siehe Abbildung 3) (3 S. 33-35). Ursache für eine solche Schädigung können Tumore oder Durchblutungsstörungen sein. Da die Ursachen für CVI im Gehirn liegen, sind das Auge sowie der Sehnerv noch intakt (9).

Wirkung

Folgen sind unter anderem eine beeinträchtigte Kontrastwahrnehmung, Probleme bei Objekterkennung und Raumwahrnehmung durch Einschränkungen des Gesichtsfelds (siehe Abbildung 4) sowie bei der Auge-Hand-Koordination (3 S. 33-35).

Linsentrübungen (grauer Star)

Ursache

Ist eine Linsentrübung angeboren spricht man von einer kindlichen Katarakt. Die Ursachen dafür können genetischer Natur sein oder durch ein Ereignis in der Schwangerschaft ausgelöst werden wie zum Beispiel durch eine Rötelinfection (10).

Wirkung

Die für gewöhnlich durchsichtigen Linsenproteine werden undurchlässig für Licht, die Linse wird trüb. Das Licht wird stärker gestreut, so wirkt das „wahrgenommene Bild unscharf, matt und verschleiert.“ (11 S. 117) Es handelt sich um eine getrübbte Sicht (siehe Abbildung 5).

Glaukom (grüner Star)

Ursache

„Der grüne Star ist die Bezeichnung für die krankhafte Erhöhung des Augeninnendruckes durch die Störung des Flüssigkeitswechsels.“ (11 S. 118) Es gibt verschiedene Arten von Glaukomen. „Es lassen sich Primärglaukome, die angeboren oder vererbbar sind, und Sekundärglaukome, die als Folgeerscheinungen nach anderen Erkrankungen auftreten, unterscheiden.“ (11 S. 118)

Wirkung

Der gesteigerte Augeninnendruck schädigt den Sehnerv. Als Folgen können unter anderem Gesichtsfeldeinschränkungen oder die Trübung der Hornhaut auftreten. Auch ein Erblinden ist möglich (11 S. 118). Der Grüne Star entwickelt sich langsam und auch oft unbemerkt. Treten dunkle Flecken, wie in Abbildung 6 zu sehen, auf „ist der Sehnerv bereits deutlich geschädigt.“ (12)

Makulaerkrankungen

Ursache

Unter Makula, auch bekannt als gelber Fleck, versteht man die „Stelle des schärfsten Sehens.“ Eine Erkrankung der Makula kann auf unterschiedliche Ursachen zurückgeführt werden. „So können entzündliche Prozesse (...), Vererbungen (z. B. Retinitis pigmentosa (RP), Versorgungsstörungen (...) oder auch Verletzungen durch Prellungen zu entsprechenden Krankheitsbildern führen.“ (11 S. 117)

Wirkung

Makulaerkrankungen wirken sich auf das Gesichtsfeld aus. Bei einer vererbten Retinitis pigmentosa können sich bereits im Kindesalter erste Symptome bemerkbar machen. Im fortgeschrittenen Stadium der Krankheit kommt es zu Gesichtsfeldausfällen bis hin zum „Tunnelblick“ (siehe Abbildung 7). Die Sicht ist nun mit dem Blick durch einen Tunnel vergleichbar, dessen Öffnung zunehmend geringer wird. (13)

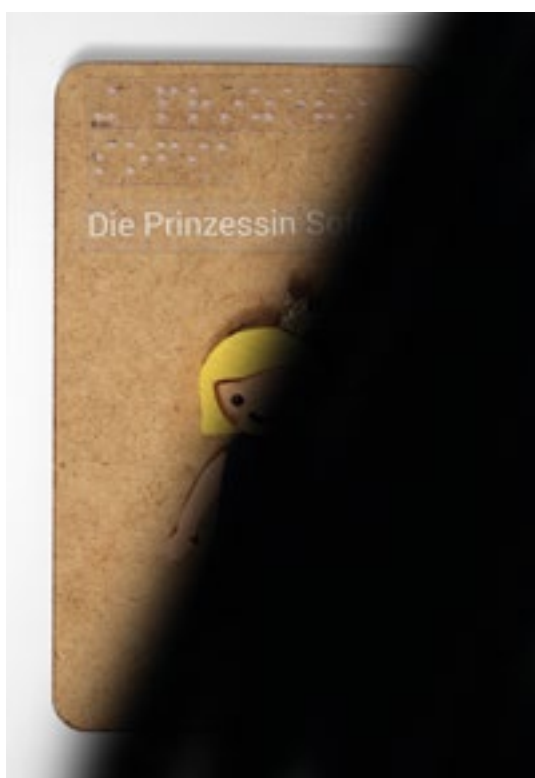


Abb.4: Gesichtsfeldeinschränkungen
Quelle: eigene Darstellung



Abb.5: Getrübte Sicht
Quelle: eigene Darstellung



Abb.6: dunkle Flecken grüner Star
Quelle: eigene Darstellung

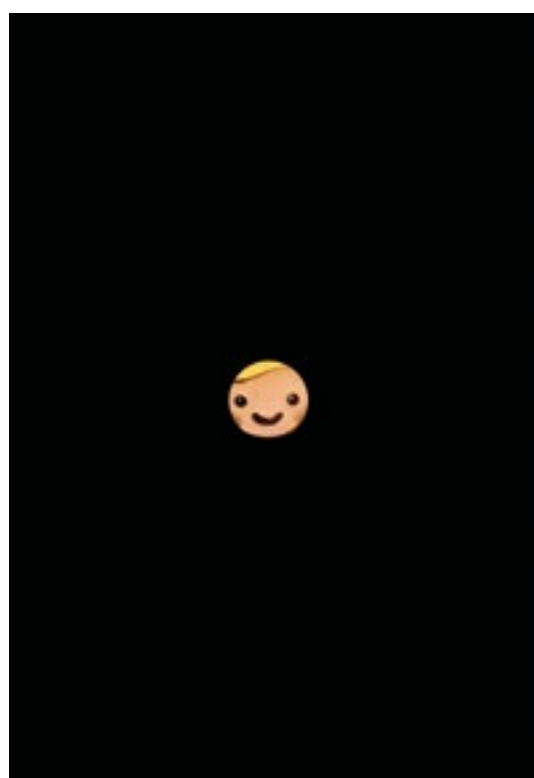


Abb.7: Tunnelblick
Quelle: eigene Darstellung

Sehbehinderung in Deutschland

Nach Angaben der Statistik der schwerbehinderten Menschen lebten im Jahr 2017 350.822 blinde und sehbehinderte Menschen in Deutschland (14 S. 7). Allerdings handelt es sich bei aktuellen Angaben um Schätzungen, die auf Statistiken des Ministeriums für Gesundheit der DDR basieren. Die Zahlen berücksichtigen ausschließlich Blindengeldempfänger (15) Die Dunkelziffer scheint jedoch bedeutend höher zu sein. Der deutsche Blinden- und Sehbehindertenverband spricht von einem „Zahlendilemma“, denn „Blinde und sehbehinderte Menschen werden in Deutschland nicht gezählt.“ (15).

Altersgruppen blinder und sehbehinderter Menschen mit Schwerbehindertenausweis 2017

Das Balkendiagramm (siehe Abbildung 8) zeigt die Altersverteilung sehbehinderter Menschen mit Schwerbehindertenausweis. Die Zahlen wurden der Statistik der schwerbehinderten Menschen 2017 entnommen. Zur besseren Darstellung wurden die Daten anhand des Alters der jeweiligen Personen kategorisiert. Das Diagramm zeigt einen drastischen Anstieg in der Altersstufe 75 und mehr. Sehbehinderte und blinde Kinder verfügen im Vergleich wesentlich seltener über einen Schwerbehindertenausweis. Im Jahr 2014 wurden 7.949 SchülerInnen in Schulen mit dem Förderschwerpunkt Sehen unterrichtet (16).

Altersgruppen blinder und sehbehinderter Menschen mit Schwerbehindertenausweis

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), 2018



Abb.8: Altersgruppen blinder und sehbehinderter Menschen mit Schwerbehindertenausweis 2017 in Deutschland Quelle: Destatis 2018, eigene Darstellung

Da von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) veröffentlichte Zahlen zu Erblindungen und Sehbehinderungen in der Region Europa im Jahr 2002 nur Studien aus den Europaländern Dänemark, Finnland, Großbritannien, Island, Irland, Italien und der Niederlande aufgriffen, mussten Forscher wie Prof. Bernd Bertram aus diesen Zahlen Erkenntnisse für Deutschland extrapolieren. Nach seinen Ergebnissen lebten im Jahr 2002 ca. 1,2 Millionen sehbehinderte und blinde Menschen in Deutschland (17).

DIDAKTIK FÜR SEHBEHINDERTE SCHÜLER

Schulsystem

Bereits in den 1970er Jahren erhoben Pädagogen Zweifel am System der separierten Sonderschule für Sehbehinderte. Die Kritik an dieser „Verbesserung“ bewirkte ein Umdenken und eröffnete den Weg zur Integration sehbehinderter SchülerInnen an Regelschulen (11 S. 13). „In der deutschen Schullandschaft finden sich derzeit beide Konzeptionen, Sonderschulen für Sehbehinderte und integrative Modelle, die beide in einem modernen, flexiblen Bildungssystem Raum finden. Die verbleibenden segregierten Sonderschulen wollen sich dabei allerdings nicht als verfeinerte Einrichtungen der Aussonderung missverstanden wissen.“ (11 S. 13)

Im Jahr 2009 wurde Inklusion durch Inkrafttreten der UN-Konvention über die Rechte behinderter Menschen zum Menschenrecht. Es geht „nicht mehr um die Integration von „Ausgegrenzten“, sondern darum, von vornherein allen Menschen die uneingeschränkte Teilnahme an allen Aktivitäten möglich zu machen.“ (18) Dieser Ansatz brachte einen neuen Wind in die Debatte zum Thema Inklusion an Schulen, denn das Bildungssystem und somit auch das Lehrmaterial müssen angepasst werden, um dies zu gewährleisten.

Die Zielgruppe

In dieser Thesen wurde der Fokus auf blinde und stark sehbehinderte Grundschulkinder im Alter zwischen sechs und neun Jahren ohne zusätzliche Behinderungen gerichtet. Dies ist ein Alter, in dem wichtige Grundsteine für die spätere Entwicklung gelegt werden.

Obwohl sich verschiedene Sehschädigungen unterschiedlich auf Leben und Lernen auswirken, profitieren blinde als auch sehbehinderte Kinder von individuellem Lehrmaterial, welches das Sehvermögen nicht als gegeben voraussetzt, sondern mit anderen Sinnen ebenso erfahrbar ist. Die Nutzung von eventuell vorhandenem Restsehvermögen sollte dabei zusätzlich unterstützt werden und wurde daher bei der Gestaltung des Prototyps berücksichtigt.

Herausforderungen in der Didaktik

„Über die Augen werden 80% unserer Informationen aufgenommen.“ (1 S. 67) Fällt dieser Sinn aus müssen die anderen Sinne Kompensationsarbeit leisten. Das heißt, dass das Lernen auf taktile („lateinisch *tactilis* = berührbar“ (19)) und auditive Weise stattfinden muss. Hier allerdings ist zu beachten, dass das Tasten anderen Grundsätzen als das Sehen folgt. Des Weiteren muss das Tasten trainiert werden, um notwendige Fähigkeiten wie das Lesen der Blindenschrift Braille zu erlernen oder taktile Grafiken erkennen zu können.

Auch auditives Lernen bringt Herausforderungen mit sich. So sollten Lehrer nicht annehmen, dass sehbehinderte SchülerInnen verbalen Input genauso gut verstehen wie ihre nicht sehbehinderten Mitschüler. Die gesprochene Sprache ruft mit Wörtern korrespondierende mentale Bilder hervor (20). Beschreibungen von Objekten, wie z. B. „Wolken am Himmel“, die nicht erfühlt werden können, werden häufig als zu abstrakte Konzepte empfunden und daher nicht verstanden. Ein weiterer Faktor, der zu berücksichtigen ist, ist, dass sowohl auditive als auch taktile Lehrmittel oft eine zu hohe Gedächtnisleistung voraussetzen. Lernspiele, bei denen ein Vergleich zwischen taktilen Bildern erfühlt werden muss, sind beispielsweise oft zu schwierig (21).

Die Beeinträchtigung des Sehens bedeutet eine erhebliche Einschränkung beim Lernen und somit auch in der Leensentwicklung. Bei Schülern mit Sehbehinderung bedarf es einer Didaktik, die sich in besonderem Maß auf diese Bedürfnisse von Blinden und Sehbehinderten konzentriert, um optimale Lernbedingungen zu schaffen (11 S. 18). Der Sehbehindertenpädagoge Franz-Karl Krug gibt in seinem Buch „Didaktik für den Unterricht mit sehbehinderten Schülern“ Anweisungen zur optimalen Nutzung von Erarbeitungsformen und -techniken. So rät er dazu, Methoden zu wählen, in welchen „sachlich-inhaltliche Gesichtspunkte ebenso berücksichtigt werden wie sehbehindertenspezifische Aspekte.“ Des Weiteren soll besonderes Augenmerk auf den „optimalen Zugang zum Lerngegenstand unter Einbezug möglichst aller verfügbaren Sinne“ gelegt werden (11 S. 20).

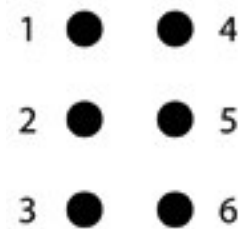


Abb.9: Grundform einer „Braille-Zelle“
Quelle: br.de

Die Brailleschrift

Der Franzose Louis Braille erfand das nach ihm bekannte Punktschriftsystem Braille im Jahr 1825. Mithilfe der Punktschrift können Buchstaben, Ziffern sowie Satz- und Sonderzeichen in Form von ertastbaren Punkten ausgedrückt werden. Die Zeichen werden in der Regel aus ein bis sechs Punkten erstellt wobei die Menge und Anordnung von Bedeutung ist. Die Anordnungsbasis bilden zwei Spalten und drei Zeilen (siehe Abbildung 9).

Innerhalb der Blindenschrift gibt es verschiedene Systeme. So wurde beispielsweise eine Kurzschrift entwickelt, zum einen um die Lesegeschwindigkeit zu beschleunigen, zum anderen um das Büchervolumen zu verringern (22 S. 11). „Der Leseprozess beim taktilen Lesen ist generell langsamer als beim visuellen Lesen. Mit der Braille Kurzschrift können ca. 30 Prozent des Textumfanges eingespart werden, was den Umfang der Braillebücher erheblich verkleinert.“ (23 S. 13)

Im Durchschnitt lesen sehende Jugendliche etwa 200 bis 350 Wörter pro Minute, vorausgesetzt es handelt sich um geübte Leser. Im Vergleich dazu benötigen hochgradig sehbehinderte Personen, welche noch über einen Restsehvermögen verfügen, wesentlich mehr Zeit zum Lesen von Schwarzschrift, ca. 40 bis 80 Wörter pro Minute können im Durchschnitt erfasst werden. (24 S. 95f) „Der Begriff Schwarzschrift wird häufig als Schrift für Sehende zur Unterscheidung von Blindenschrift verwendet.“ (25) „Angaben zur Lesegeschwindigkeit von Braille Nutzenden gehen übereinstimmend davon aus, dass diese hier etwa zwei- bis dreimal langsamer ist als in Schwarzschrift (...).“ (3 S. 53) Der Vergleich zeigt deutlich die Korrelation zwischen Lesetempo und körperlichen Grundvoraussetzungen auf.

Voraussetzungen zum Erlernen von Braille

Das Lesen von Braille erfordert besondere taktile Fertigkeiten. Zum einen müssen die Abstände zwischen den Braillepunkten korrekt erfasst werden können, ein Vorgang, welcher ein „differenziertes haptisches Wahrnehmungsvermögen“ voraussetzt (3 S. 246). Zum anderen muss eine ausgeprägte Feinmotorik vorhanden sein um sich im Text orientieren zu können. Der Aufbau einer guten Muskulatur in Fingern und Hand ist dabei entscheidend (3 S. 246).

Lesenlernen: Unterschiede zwischen Schwarzschrift und Braille

Während normalsehende Kinder konstant mit Schrift Berührung kommen, sei es auf Beschilderungen oder in der Werbung, ist es für Kinder mit Sehbehinderung nicht möglich beiläufig mit Schrift in Kontakt zu kommen. Schrift ist für unseren Alltag unerlässlich und omnipräsent. Daher weisen sehende Kinder in der Regel keine Probleme auf Begriffe für die Abbildung vertrauter Objekte zu finden. Ohne das Schreiben erlernt zu haben, können sehende SchülerInnen einzelne Buchstaben nachzeichnen oder formen. Blinde Kinder müssen hingegen zunächst Erlernen wie taktile Darstellungen oder das Braillesystem zu erfassen und zu interpretieren sind (3 S. 52).

MOTORIK UND WAHRNEHMUNG

Die kognitive Entwicklung

Motorik und das Verarbeiten von visueller Information sind bei sehenden Menschen stark korreliert. Informationen, die über das Sehen aufgenommen werden, sind zahlreich, vielschichtig und komplex. So erkennen wir nicht nur Objekte, sondern setzen diese auch automatisch in einen Kontext. Das Sehen gibt uns unter anderem räumliche Orientierung, so dass wir zielstrebig reagieren können, um uns fortzubewegen oder nach Objekten zu greifen. Ist dieser Sinn eingeschränkt, wirkt sich dies direkt auf unser Handeln aus (11 S. 23).

Laut dem Psychologen Jean Piaget „entwickeln sich Denk- und Handlungsstrukturen beim Menschen durch die aktive Auseinandersetzung mit der Welt.“ (11 S. 45) Ein wesentlicher Faktor ist dabei die Korrelation aus Assimilation und Akkommodation. Unter Assimilation versteht man die Anpassung von Umweltreizen an ein bekanntes Schema. Gelingt dies nicht, z.B. wenn ein Kind mit einem unbekannten Objekt in Berührung kommt, müssen bereits vorhandene Konzepte angepasst beziehungsweise akkommodiert werden. Der ständig stattfindende Ausgleich aus Zuordnen und Anpassen wird Äquilibration genannt.

Kinder mit Sehbehinderung haben einen beeinträchtigten Zugang zu ihrer Umwelt, da Informationen, die über das Sehen aufgenommen werden, wegfallen und somit der Äquilibrationsprozess eingeschränkt wird (11 S. 45). Dementsprechend mangelt es auch an Reizen, welche spontan motiviertes, neugieriges Handeln fördern. Allerdings gilt: „reizbeantwortende Handeln ist für Kinder ein wesentlicher entwicklungsfördernder Lernanlass. Vollzogen wird diese Handlung beispielsweise in der Nachahmung von Tätigkeiten Erwachsener.“ (11 S. 46) Da das Imitationslernen bei Kindern mit Sehbehinderung nur beschränkt bis gar nicht umsetzbar ist, hat dies Konsequenzen für die motorische Entwicklung, welche für gewöhnlich wesentlich „langsamer, unvollständiger und unzweckmäßiger“ vonstattengeht als bei normal sehenden Kindern (11 S. 46).

Senso- und Psychomotorik

„Durch Reize bewirktes Zusammenspiel von Sinnesorganen und Muskeln“ wird unter dem Begriff Sensomotorik zusammengefasst (26). Die Entwicklung von Sensomotorik stellt einen Schwerpunkt der menschlichen Bewegung im Kleinkindalter dar. Im Vorschulalter kommt ein weiterer Schwerpunkt der Bewegungsentwicklung hinzu, die Psychomotorik (27 S. 18). Im Mittelpunkt steht dabei das Zusammenspiel aus Bewegung, Kognition und Emotion. So beeinflussen Emotionen und unsere Persönlichkeiten Bewegungsabläufe wie

z.B. unsere Mimik (28). Die Psychomotorik „bietet Konzepte zur Förderung der Persönlichkeitsentwicklung des Kindes, konkret zur Förderung seiner körperlichen, seelischen und geistigen Fähigkeiten.“ (11 S. 29)

Das Konzept dieser Arbeit sieht vor sehbehinderte Kinder in den Bereichen Sensomotorik und Psychomotorik zu fördern, da sie einen elementaren Beitrag in der Entwicklung der Kinder spielen. Dabei wird darauf Rücksicht genommen, dass es aufgrund von Sehschädigungen zu Entwicklungsverzögerungen kommen kann. Nutzertests sind daher für Kinder im Grundschulalter zwischen sechs und neun Jahren konzipiert worden.

Haptische und räumliche Wahrnehmung

Unter haptischer Wahrnehmung versteht man ein leistungsstarkes und umfassendes Konzept, „das die aktive und passive Reizaufnahme der Rezeptorsysteme der Haut, Muskeln und Gelenke wie auch deren maßgebliche Verarbeitung umfasst. Haptische Wahrnehmung basiert somit auf den unmittelbaren Hautempfindungen hinsichtlich mechanischer, thermischer, chemischer oder elektrischer Stimulation und deren kortikaler Verarbeitung.“ (29 S. 232) Diese über die Haut wahrgenommenen Stimuli sind des Weiteren verknüpft mit der propriozeptiven Wahrnehmung (Eigempfindung) oder der kinästhetischen Wahrnehmung (Bewegungsempfindung). Diese Kombination macht bewusstes Tasten möglich (29 S. 232).

Begriffsunterscheidung taktil und haptisch

Das menschliche Nervensystem unterscheidet zwischen aktiven und passiven Berührungen. Aktives Berühren setzt die Bewegung des Körpers voraus, um haptische Wahrnehmung zu erfahren. Unter taktiler Wahrnehmung versteht man die Verformung oder Berührung des Körpers durch physikalische Reize. Eine Reliefgrafik ist dementsprechend durch ihre Erhebungen taktil aufbereitet. Das Abtasten der Grafik ist wiederum eine haptische Tastsinneswahrnehmung, da der Befühlende bewusst agiert um die taktile Abbildung zu interpretieren (30 S. 26).

Räumliche Wahrnehmung und Kompensationsleistung

Wenngleich blinden SchülerInnen Kompensationsfähigkeiten im kognitiven Bereich zugesprochen werden, müssen sie dennoch auf zusätzliche Methoden zurückgreifen, um das Lernen bestimmter Gebiete möglichst holistisch zu gestalten. Hierbei handelt es sich um Strategien, die versuchen Lehrinhalte sowie räumliche Dimensionen begreifbar zu machen.

Die Wissensaufnahme erfolgt dabei durch den aktiven Einsatz der vorhandenen Sinne und der Variation von Tasteraktivitäten. Während normal Sehende automatisch versuchen mit Augen und Händen oder sogar unter Einsatz des ganzen Körpers zum Beispiel Abstände zu schätzen, müssen Menschen mit Sehbehinderung das Ertasten räumlicher und symbolischer Abbildungen trainieren (3 S. 140).

Wahrnehmungsförderung

Tasterziehung

Sehbehinderte Menschen müssen das gezielte Tasten erlernen um Informationen aus ihrer Umwelt ziehen zu können. Die Tastfähigkeiten und -strategien werden während der gesamten Schulzeit trainiert und dementsprechend weiterentwickelt. Da sich die nötigen Techniken nicht von selbst entwickeln müssen Kinder angeleitet werden, um Objekte richtig erfassen zu können.

„Variationsreiche Erkundungshandlungen wie beispielsweise Gegenstände mit den Händen bzw. Fingern zu umfahren, zu drücken oder über deren Oberfläche entlangzustreichen sollten bereits sehr früh eingeführt und angewandt werden.“ (29 S. 265) Es handelt sich dabei um zusätzlich zu vermittelnden Lernstoff, welcher in der Ausbildung von normalsehenden SchülerInnen nicht angewandt wird.

Taststrategien

Für gewöhnlich werden zum Tasten beide Hände verwendet. Die Zeigefinger werden dabei am meisten beansprucht und leiten über die zu ertastende Fläche. In kreisförmigen oder linearen Bewegungen tasten sich die Finger voran, dabei wird versucht die Größe des Bildes einzuschätzen um sich einen Überblick zu verschaffen.

Des Weiteren wird versucht den Konturenverlauf, falls vorhanden, nachzuvollziehen. Auffälligen Bereichen wird dabei besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Demnach gibt es beim Tasten eine Orientierungs- und eine Erkennungsphase. Hilfreich ist eine textliche Beschreibung der Abbildung in Brailleschrift (31).

Tastübungen

Der amerikanische Psychologe Jérôme Seymour Bruner unterteilt den Lernprozess in drei Ebenen: Die enaktive, ikonische und die aus den ersten

beiden resultierende symbolische Ebene (3 S. 140). Lernen Kinder durch aktives Handeln wird dies als enaktiv bezeichnet. Dabei benötigen sie keinerlei Anleitung. Durch die Wiederholung solcher Aktionen werden Erinnerungen auf psychomotorischer Ebene geschaffen. Auf der zweiten, der ikonischen Ebene tritt das aktive Handeln in den Hintergrund und das Erlernen von Abbildungen steht im Vordergrund.

Es handelt sich um eine Überbrückung hin zu symbolischen Darstellungsformen wie zum Beispiel der Brailleschrift. Für sehbehinderte SchülerInnen ist der „regelmäßige Rückbezug auf die sensomotorische Basis“ sowie bildhafte, ikonische Phase von großer Bedeutung. „Hahn (2004) betont, dass an ihre Stelle taktil zugängliche Veranschaulichungen« zu treten haben, um die bestehende Lücke zwischen den handelnden und dem symbolischen Umgang mit Inhalten zu überbrücken.“ (3 S. 140) Abbildung 10 zeigt die Entwicklung vom realen Objekt, über einen Abstraktionsgrad, realisiert durch eine Collagetechnik, bis hin zur symbolischen Abbildung.

Erlernes zu wiederholen und zu üben ist ein elementarer Bestandteil für effektives Lernen. „Vertreter einer neurowissenschaftlich ausgerichteten Didaktik betonen, dass der Faktor ‚Üben‘, als Voraussetzung für nachhaltiges Lernen, in der Unterrichtsgestaltung heute grundsätzlich zu wenig Gewicht beigemessen wird.“ (3 S. 142)

Dabei ist es wichtig, Anknüpfungspunkte zwischen alten und neuen Lerninhalten zu schaffen und den Lernenden dafür genügend Zeit einzuräumen. Denn umso öfter Kinder die Möglichkeit haben Objekte haptisch zu erkunden, desto ausgeprägter werden sich ihre tastmotorischen Fähigkeiten entwickeln. So wird ein Kind mit wenig Tasterfahrung mehr Probleme in der Differenzierung taktiler Ebenen aufweisen als ein Kind mit viel Tasterfahrung (30 S. 90).

Konträr zu diesen Feststellungen steht der Leistungsdruck die Menge an Lehrinhalten zu bewältigen. Doch dieser steigt seit Jahren stetig an und verdrängt so wertvolle Aufbereitungszeit. Sehbehinderte SchülerInnen bedürfen generell mehr Zeit zum Lernen als normalsehende SchülerInnen, so dass sie der Wegfall von Aufbereitungszeiten besonders trifft (32 S. 121).

Der Tastsinn im Alter

Das Haptik-Forschungslabor der Universität Leipzig führte einen Fühltest mit 400 Probanden gemischter Altersstufen durch. Die Aufgabe bestand darin Trennstriche durch Ertasten mit den Händen zu erkennen. Die Studie betätigt, dass ein trainierter Tastsinn dabei hilft sehr feine Strukturen besser zu erfassen. Des Weiteren zeigen die Befunde, dass sich die Tastleistung sowohl bei Frauen als auch bei Männern im Alter von 40

Jahren verschlechtert (30 S. 134). Eine weitere Studie der Universität Leipzig zeigt jedoch, dass die Möglichkeit besteht altersbedingten Wahrnehmungsverlust zu vorbeugen. Untersucht wurden 70 Physiotherapeuten mit Alter zwischen 34 und 50 Jahren. Ihnen konnte kein altersbedingter Schwund der Tastleistung nachgewiesen werden. Die Leistungen der älteren Testpersonen waren zudem sogar partiell besser als die der jüngeren Probanden. Für Martin Grunwald, Gründer und Leiter des Haptik-Forschungslabors, zeigen diese Forschungsergebnisse deutlich, dass „eine hohe Beanspruchung der aktiven Tastsinnesleistung diese fördert. Eine Leistungsabnahme kann demnach durch lebenslange Übung und lebenslangen Gebrauch verhindert werden.“ (30 S. 134)

Hörerziehung

Im Gegensatz zur Tasterziehung, findet die Hörerziehung im inklusiven Unterricht großen Anklang, da normalsehende als auch sehbehinderte SchülerInnen von dieser pädagogischen Maßnahme profitieren können. Der Fokus liegt hierbei insbesondere auf dem Hörverstehen. So wird zum Beispiel unter Zuhilfenahme von Umgebungsgläuschen das aktive Zuhören trainiert (33 S. 113).

Multisensorische Lerntheorie

„Die multisensorische Lerntheorie besagt, dass das menschliche Gehirn leichter lernt, wenn beim Lernen mehrere Sinne parallel angesprochen werden.“ (34) Die Verbindung von taktilen und auditivem Lernen könnte also ein guter Ansatz für die Verwendung von Schulmaterial für sehbehinderte SchülerInnen darstellen. „Das verstärkte Angewiesensein auf die auditive und haptische Wahrnehmung steigert demnach die diesbezügliche neuronale Vernetzung bzw. aktiviert Kortexareale, die normalerweise der Verarbeitung visueller Sinneseindrücke dienen.“ (29 S. 239)

Ausgeprägte Wahrnehmungsfertigkeiten, vor allem in den Bereichen Tasten und Hören, sind die Basis für eine berufliche Zukunft. Wahrnehmung muss daher durch gezieltes pädagogisches Vorgehen gefördert werden.



Abb.10: Abstraktionsgrade vom realen Objekt zur taktilen Grafik
Quelle: eigene Darstellung

2

Recherchearbeit

Taktile Kinderbücher und Spiele

Richtlinien zur Erstellung taktile Kinderbücher

Analyse taktiler Kinderbüche

Analyse: Spiele für blinde und sehbehinderte Kinder

Fazit Spiele

TAKTILE KINDERBÜCHER UND SPIELE

Richtlinien zur Erstellung taktile Kinderbücher

Realitätsbezug bei Abbildungen

Die Erfassung taktiler Darstellungen durch Tasten erfolgt schrittweise und bedarf daher einem höheren Zeitaufwand als eine optische Erfassung. Es ist nicht das Ziel möglichst realitätsgetreue Abbildungen zu schaffen, dennoch sollte die Grundform möglichst realitätsnah sowie frontal, d.h. ohne Perspektive, dargestellt werden. Zum Beispiel kann, „eine kreisförmige erhabene Fläche (...) leichter als Ball erkannt werden als eine tastbare Kreislinie; eine gewölbte angeschnittene Kugel noch besser.“ (35)

Elemente können nebeneinander platziert werden, dabei sollten diese jedoch nicht überlappen oder durch unterschiedliche Größen versuchen Perspektive zu simulieren. Sie sind sonst für sehbehinderte SchülerInnen nicht verständlich, da „sie so im tastenden Zugang zur Objektwelt nicht existieren.“ (3 S. 127) Des Weiteren sollte das Alter der Kinder sowie die damit verbundenen Vorerfahrungen und Tastfertigkeiten bei der Erstellung von Bildern berücksichtigt werden.

Die Bedeutung von Materialvielfalt

Insbesondere bei blinden Kindern empfiehlt sich die Verwendung unterschiedlicher Materialkomponenten. Sie sollen die Unterscheidbarkeit zwischen den Elementen gewährleisten und außerdem ein interessanteres Fühlerlebnis schaffen. Wichtige Aspekte sollten besonders kontrastreich hervorgehoben werden. Andere Darstellungsformen, wie taktile auf Schwellpapier oder im Thermoforming-Verfahren erstellte Plastikfolienreliefs, finden bei Kindern keinen Anklang. Dies liegt unter anderem daran, dass ihr Abstraktionsgrad noch zu hoch ist, um interpretiert werden zu können.

Schwellpapier „ist ein Spezialpapier, auf das Bilder gedruckt und in taktile Grafiken/Diagramme verarbeitet werden können.“ (36) Ein Schwellkopierer erhitzt das Papier und bringt so schwarz gestaltete Elemente zum Anschwellen (siehe Abbildung 11). Es handelt sich dabei um eine irreversible chemische Reaktion, von der nur die schwarzen Stellen betroffen sind, da dort aufgrund der erhöhten Absorption eine höhere Temperatur herrscht, die die Reaktion aktiviert.

Beim Thermoforming-Verfahren wird unter Vakuum eine Plastikfolie über einer Matrize verformt (siehe Abbildung 12). Beide Verfahren setzen die Interpretation von Abstraktionsgraden voraus. Um mehr Bezug zum realen Objekt zu schaffen ist es daher sinnvoll, Material einzusetzen, welches sich von der Texturbeschaffenheit an die abgebildeten Objekte annähert (35).



Abb.11: Schwellpapiergrafik
Quelle: dzb.de



Abb.12: Plastikreliefbild, hergestellt im Thermoforming-Verfahren Quelle: dzb.de

Berücksichtigung der Tastanatonomie

Die Abstände zwischen Linien oder Punkte müssen mindestens 2 mm betragen um als solche identifizierbar zu sein. Geringere Abstände können entweder sehr schlecht oder überhaupt nicht wahrgenommen werden. Ebenso sollte zwischen der Grundfläche und der taktilen Abbildung eine Höhendifferenz von mindestens 1 mm vorliegen. Diese Abgrenzung kann durch Linien oder Kanten erfolgen.

Das Versehen von Flächen mit Schraffuren oder Texturen dient zwar der visuellen Unterscheidbarkeit, ist jedoch für das Ertasten in den meisten Fällen unerheblich.

Ergonomisch ist zu beachten, dass der zu ertastende Bereich aus einem beständigen Material gefertigt ist und den Armtaustaum des Kindes nicht überschreitet (35).

Der Einsatz von Schrift

Damit taktile Bücher auch einen inklusiven Charakter bekommen, ist es ratsam neben der Brailleschrift auch Schwarzschrift zu verwenden. Kinder mit einem Sehrest können von der Schwarzschrift profitieren, aber auch normal Sehenden ist es so möglich vor- oder mitzulesen. Dementsprechend sollten auch Abbildungen in ihrer Farbgebung entsprechend kräftig und farbenfroh gestaltet werden (35).

Weitere Tipps

Inhalte können interaktiver gestaltet werden, indem zusätzliches Material in Kisten oder Säcken platziert wird. Die Objekte können dann an entsprechenden Stellen eingesetzt und erfüllt werden. Flexible Elemente laden zur Mitgestaltung ein und steigern die Eigeninitiative (35).

Fazit taktile Darstellungen

Wie gut eine Grafik ertastet werden kann ist abhängig von mehreren Faktoren. Unter anderem ist die gewählte Darstellungsmethode (z.B. Umsetzung auf Schwellpapier oder mit Collagetechnik) entscheidend, da sie maßgeblich über den Abstraktionsgrad bestimmen kann. Des Weiteren müssen die bereits erlernten Tastfähigkeiten des Fühlenden berücksichtigt werden (3 S. 127).

Damit SchülerInnen komplexere taktile Grafiken interpretieren können, muss der Übergang vom realen Objekt zur Reliefgrafik trainiert werden. Wie auch bei normalsehenden Kindern ist hier das Symbolverständnis elementar. Um einen Übergang zwischen Gegenständen und takti-

ler Abbildung zu schaffen ist es hilfreich taktile Bilder mit realitätsnahen Texturen zu versehen. Außerdem sollte auch auf den Einsatz von Farbe nicht verzichtet werden, da Kinder mit Sehrest davon profitieren können. Des Weiteren macht Farbe die Bilder inklusiver und erleichtert so die Kommunikation zu sehenden Mitmenschen (35). Auch der Einsatz von sowohl Braille- als auch Schwarzschrift macht das Produkt für normalsehende sowie sehbehinderte Menschen zugänglich.

„Generell ist zu betonen, dass für blinde Kinder von gut gestalteten taktilen Bildern eine große Faszination und Motivation ausgeht. Bilder können also auch für blinde Schülerinnen und Schüler eine Lernerleichterung bzw. einen Lernanreiz darstellen.“ (29 S. 213) Das gewählte Medium kann auf reale Lebenssituationen vorbereiten, zum Beispiel auf das Lesen eines taktilen Lageplans. Außerdem können viele Lehrinhalte, zum Beispiel die Zusammensetzung von Molekülen, den SchülerInnen erst durch den Einsatz eines adäquaten Mediums nähergebracht werden (29 S. 213).

Analyse taktiler Kinderbücher

Im Zuge der Recherchearbeit wurden 63 taktile Kinderbücher der Bibliothek der Blindenschule in Zollikofen auf Inhalte (siehe Abbildung 13) und Umsetzung analysiert (37).

Themen in taktilen Büchern



Abb.13: : Inhalte taktiler Kinderbücher Quelle: eigene Darstellung

Besonderheiten

Besonders oft werden Erzählungen, Gedichte oder Lieder für sehbehinderte Kinder aufbereitet. Aber es gibt auch spezielle, neu erfundene Geschichten, die darauf abzielen die Tastfertigkeiten zu trainieren oder Wissen zu vermitteln.

Als Spezialzugabe wurde manchen Büchern ein Stofftier zugefügt, dessen Charakter das Kind durch die Geschichte begleitet. Auch Audio in Form von Kassetten oder CDs sind, wenn auch selten, bei manchen Produkten vorhanden. Des Weiteren gibt es zusätzliche Extras wie magnetische Figuren, Duft (z.B. duftende künstliche Früchte) und Stofftaschen zum Befüllen mit Material.

Top 10 Materialien:

- 1 Gegenstände
(z.B. Muscheln, Federn, Perlen)
- 2 Karton / Papier
- 3 Stoffe
- 4 Leder
- 5 Holz
- 6 Pelz & Filz
- 7 Moosgummi
- 8 Haare
- 9 Baumrinde, Fimo & Bast
- 10 Plastik

Analyse der Materialien

Bei den Materialien fällt besonders auf, dass vor allem Alltagsgegenstände zum Einsatz kommen. Außerdem wird versucht Naturmaterialien zu verwenden, die eine Realitätsnähe zwischen Abbildung und dem Originalobjekt herstellen sollen.

Herstellungsarten taktiler Bücher

44 der 63 untersuchten Bücher wurden mit Materialcollagen erstellt, was für die Beliebtheit dieser Umsetzungsart sprechen könnte. 12 Bücher wurden mit einem Thermoforming-Verfahren hergestellt. Die Abbildungen der restlichen 7 Bücher wurden mit einem Siebdruckverfahren hergestellt.

Größe und Umfang

Die meisten Bücher wurden im DIN-A4-Format gestaltet. Aber auch größere Formate (z.B. DIN A3) und Zwischenformate sind verfügbar. Der Seitenumfang der Bücher variiert je nach den behandelten Themen. In der Regel weisen taktile Bücher zwischen 6 und 10 Seiten auf. Bei Büchern mit größerem Umfang werden diese in mehrere Bände aufgeteilt.

Beispiele für interessante taktile Buchkonzepte



Abb.14: „Fjorre“ von Rebecca Kopiecki und Ann-Marie Groß Quelle: rebeccakopiecki.de

Das Buch „Fjorre“ von Rebecca Kopiecki und Ann-Marie Groß, entstanden an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, besteht aus einzelnen Holzseiten, welche auf einem Steckbrett gestapelt werden können.

Zusätzlich gibt es ein Hörbuch, das während dem Befühlen der Elemente abgespielt werden kann. Als besonderes Konzeptelement sind lediglich der Anfang und das Ende der Geschichte festgelegt, während die Reihenfolge der Kapitel frei wählbar ist. (38).



Abb.15: „Wondrous World“ von Zrinka Horvat Quelle: behance.net

Das Buch mit dem Titel „Wondrous World“ wurde von Zrinka Horvat an der University of Zagreb entworfen. Die Modularität des Buches steht klar im Mittelpunkt. Die Inhalte sind auf die haptische Erfahrung ausgerichtet. Es wurde eine kontrastreiche Farbgebung gewählt (39).



Abb.16: Buch von Ann M. Conefrey und Vincent de Jong Quelle:dedicon.nl

Ann M. Conefrey und Vincent de Jong kreierten für die Firma Dedicon Bücher, welche speziell den Übergang von 3D- in 2D-Objekte trainieren sollen (40). Die Gestaltung ist sehr detailreich. Außerdem gibt es ein Fach, in dem Platz für zusätzliche Elemente, wie ein Plüschtier, gelassen wurde.



Abb.17: „Hervé und ich“ von Hervé Tullet Quelle: anderes-sehen.de

„Hervé und ich“ von Hervé Tullet ermöglicht die Ausführung von unterschiedlichen Aktivitäten, wie dem Anbringen zusätzlicher Objekte, welche in einer Stofftasche aufbewahrt werden können. Des Weiteren wurden sehr viele unterschiedliche Materialien benutzt (41).

Fazit Bücher

- Die Inhalte taktiler Kinderbücher sind vielfältig
- Flexible Elemente aktivieren zum Handeln
- In der Regel wird eine Collagetechnik für die Motiverstellung verwendet

Analyse: Spiele für blinde und sehbehinderte Kinder

Spielend die Welt erkunden

Durch das Spielen werden sich Kinder ihrer Umwelt bewusst. Sie interagieren mit Dingen, ahmen die Realität nach und lassen ihrer Fantasie freien Lauf. Durch eine Sehbehinderung werden dem Spiel jedoch Grenzen gesetzt. „Aufgrund des erschwerten Zuganges zum Raum und zu seinen Objekten ergeben sich bei den meisten blinden und hochgradig sehbehinderten Kindern Entwicklungsverzögerungen in der Ausdifferenzierung ihres Spielverhaltens (...).“ (3 S. 73) Doch zusätzlich zu physiologischen Defiziten ist das Angebot barrierefreier Spielmateriale sehr begrenzt. Blinde Kinder präferieren Spiele, welche auf taktiler Ebene spannende Materialien oder akustische Effekte verwenden. Die Mehrheit der Kinderspiele setzt allerdings die Orientierung mithilfe des Sehens voraus. Dies hat oftmals Überforderung und somit eine eingeschränkte Partizipation blinder Kinder im Zusammenspiel mit sehenden Kindern zur Folge. Damit eine Beteiligung am Spiel stattfinden kann, müssen daher Anpassungen vorgenommen werden, z.B. durch Vereinfachung der Regeln oder der Spielfiguren (3 S. 73).

Beobachtungen

Bei den meisten Spielen für blinde oder sehbehinderte Kinder handelt es sich um bereits bestehende adaptierte Spiele. Dies bedeutet, dass vorhandene Spiele mit Braillelabels versehen werden (siehe Abbildung 18).



Abb.18: Unokartenspiel mit Braillelabels
Quelle: blindenschule.ch

In seltenen Fällen wird ein Spiel komplett nachgebaut um es haptisch erfahrbar zu machen (siehe Abbildung 19). Serienproduktionen gibt es nicht, die taktiler Aufbereitung erfolgt in Handarbeit. Auffällig sind immer wieder verwendete Elemente, wie Vertiefungen im Boden oder Magnete an Spielfiguren (siehe Abbildung 20). Für blinde und sehbehinderte Menschen ist es wichtig sich einen Überblick über das Spiel verschaffen zu können, ohne Figuren umzuwerfen.



Abb.19: Adaptiertes Mensch-Ärgere-Dicht-Nicht
Quelle: blindenschule.ch

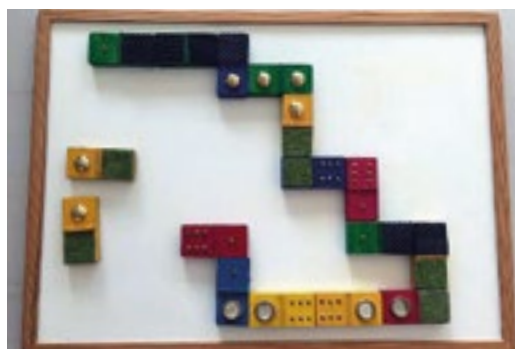


Abb.20: Domino mit Magnetbrett
Quelle: blindenschule.ch/

Oft kommen echte Gegenstände oder realitätsnahe Objekte bei der Umsetzung von Spielen zum Einsatz. Eine vertone Anleitung des Spiels ist sehr selten, sodass die Hilfe von normalsehenden Personen notwendig ist.



Abb.21: „Boa Bella“
Quelle: blindenschule.ch



Abb.22: Spiel „Mengenkäfer“
Quelle: blindenschule.ch

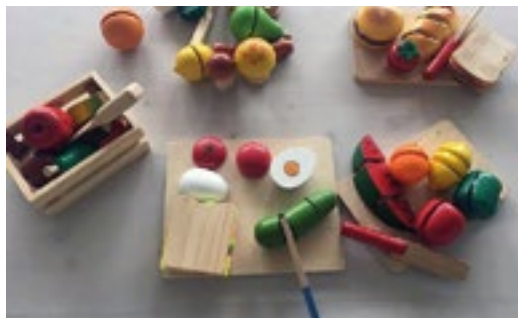


Abb.23: Kochen lernen
Quelle: blindenschule.ch

Motorikspiele

Zahlreiche Spiele zielen darauf ab die Feinmotorik der Finger zu trainieren. Oft müssen Dinge gezählt, geordnet oder aufgefädelt werden. (siehe Abbildung 20 und 21). Das Erfühlen von Wegen oder Strukturen ist ebenfalls ein wiederkehrendes Thema. Andere Spiele haben zum Ziel Alltags-handlungen, wie das Öffnen von Schlössern oder das Schneiden von Holzlebensmitteln, zu üben (siehe Abbildung 23).

Akustikspiele

Im Bereich Hörerziehung gibt es weitaus weniger Beispiele für taktile Spiele als im Bereich Tasterziehung. Bei den meisten Spielen handelt es sich um Memorys, bei denen ähnliche Töne zugeordnet werden müssen. Des Weiteren kommen sprechende Plüschtiere zum Einsatz oder Klangbälle. Beim Spiel „Dschungelparty“ (siehe Abbildung 24) müssen Tonabfolgen memoriert und wiedergegeben werden. Außerdem ist das Spiel mit taktilen Tierabbildungen versehen. Spiele, welche mehrere Sinne ansprechen sind sehr selten.

Die „Toniebox“ (siehe Abbildung 25) ist eine Musikbox für Kinder. Sie zeichnet sich durch ihre einfache Handhabung aus und ist daher bereits für Kleinkinder bedienbar. Durch das Platzieren einer Spielfigur wird ein entsprechendes Lied abgespielt.

Der „Penfriend“ (siehe Abbildung 26) ist ein Voice-Labeling-System. Der Stift ist in der Lage Labels auszulesen und zuvor aufgenommene Audiodateien abzuspielen. Auch „Tiptoi“ (siehe Abbildung 27) nutzt einen Stift mithilfe dessen Kinder bestimmte Punkte in Büchern und Spielen ansteuern können, um eine Audioaufnahme auszulösen. Das Penfriend- als auch das Tiptoisystem setzen voraus, dass die Nutzenden dazu in der Lage sind einen sehr kleinen Punkt mit dem Stift zu treffen. Eine Lehrerin der Zeune Schule berichtete, dass dies für stark sehbehinderte und blinde Kinder sehr schwer sei und die Kinder daher oft im Team arbeiten würden. Damit Kinder mit Sehbehinderung den Penfriend an die richtige Stelle setzen können erhalten sie Anweisungen durch ein normalsehendes Kind.



Abb.24: Dschungelparty
Quelle: blindenschule.ch



Abb.25: Toniebox
Quelle: gravis.de



Abb.26: Penfriend
Quelle: bhvd.de



Abb.27: Tiptoi
Quelle: ravensburger.de

Fazit Spiele

- Es gibt wenige bis keine speziell für sehbehinderte Kinder konzipierten Spiele
- Die meisten Spiele sind bereits bestehende, adaptierte Spiele
- Die Kombination aus taktilen Abbildungen und Audiowiedergaben ist sehr selten
- Das Hauptziel der meisten Spiele ist das Motoriktraining

3

Hospitationen

Feldbeobachtungen und Interviews

FELDBEOBACHTUNG UND INTERVIEWS

Vor der Ideenfindung fanden mehrere Hospitationen an Förderschulen mit den Schwerpunkten kognitive und körperliche Beeinträchtigung sowie dem Schwerpunkt Sehen statt, um den Unterrichtsablauf und den Einsatz von Hilfsmitteln genauer zu studieren. Des Weiteren wurden Interviews mit Pädagogen und Hilfsmittelherstellern durchgeführt.

Besuch und Hospitation Förderschule Frida Kahlo: Schwerpunkte kognitive und körperliche Beeinträchtigung

An zwei Tagen besuchte ich eine gemischte Klassenstufe (4. bis 6. Schuljahr) an der Förderschule Frida Kahlo in Bruchköbel. Es handelt sich um eine Schule mit den Schwerpunkten kognitive und körperliche Behinderung. Die 7 SchülerInnen der Klasse wiesen daher unterschiedlichste Behinderungen auf.

Besonderer Fokus dieses Besuchs lag in der Analyse des Arbeitsmaterials einer stark sehbehinderten Schülerin. Das Mädchen war zum Zeitpunkt der Hospitation 11 Jahre alt und hatte sowohl körperliche als auch kognitive Einschränkungen. Sie verfügte, wie ihre MitschülerInnen auch, über eine eigene Kiste mit Material, welches ihre vorhandenen Sinne ansprechen sollte. Oft dürfen sich die Kinder aus ihrer Aufgabenkiste eigenständig Material aussuchen.

Des Weiteren verfügt die Schule über viele Spiele, welche jedoch oft nur mithilfe des Sehens eines normal Sehenden gespielt werden können. Das sehbehinderte Mädchen erhält daher oft Einzelbetreuung durch eine Teilhabeassistentin. Da die Schule den Schwerpunkt Sehen nicht verfolgt sind die Lehrer oft ratlos, welche Aufgaben sich eigenen. Infolge dessen müssen Kinder mit einer Sehbehinderung oftmals die gleichen Aufgaben immer wieder ausführen.

In ihrer privaten Kiste befindet sich ein Spiel, welches gedreht werden kann, um Geräusche zu erzeugen (siehe Abbildung 28). Außerdem befindet sich eine Tableterweiterung darin, um andere Geräte ansteuern zu können. Sie kann damit z.B. den CD-Player aktivieren und somit eine Aufgabe innerhalb des Klassenverbundes übernehmen (siehe Abbildung 29).

Besonders interessant ist der sogenannte „Topper“ (siehe Abbildung 30), eine Auflage für den Rollstuhl, die individuell für das Kind gestaltet wurde. Die Auflage verfügt über haptisch erfahrbare Gegenstände und Geräuschquellen, die das Kind zur Interaktion motivieren sollen.



Abb.28: Tableterweiterung
Quelle: eigene Darstellung



Abb.29: Geräuschspielzeug
Quelle: eigene Darstellung



Abb.30: Topper
Quelle: eigene Darstellung



Abb.31: Nachdem eine Matrize per Hand angefertigt wurde, kann die Karte per Tiefziehverfahren vervielfältigt werden
Quelle: blindenschule-friedberg.de

Gespräch mit Yassin Bashayan (Mitarbeiter des Medienzentrums) und Knut Streffing (Leiter des Medienzentrums und Lehrer) an der Johann-Peter-Schäfer Schule Friedberg

Auch an der Johann-Peter-Schäfer Schule bestätigte sich der allgemein herrschende Mangel an behindertenspezifischem Spiel- und Lehrmaterial. Herr Bashayan und Herr Streffing gaben mir einen Einblick in die Erstellung taktiler Medien, die oft in liebevoller Handarbeit angefertigt werden (siehe Abbildung 31).

Bemängelt wurde von Herrn Streffing, dass selbst einfach zu adaptierende Spiele sehr teuer sind. Daher bemüht sich die Schule entweder auf vorhandene, günstige Alternativen wie Gebäudemodelle aus Souvenirläden oder auf eigene Sonderanfertigungen zurückzugreifen. So kreierte Lehrer der Schule beispielweise einen höhenverstellbaren Schreibtisch mit integriertem Monitor sowie ein Rollladensystem, welches Spiegelungen und Blendungen vermeidet. Spiele für Normalsehende wurden darüber hinaus mit Braille versehen.

Das Thema Inklusion wurde von Knut Streffing als schwierig bewertet, da diverse Unterrichtseinheiten, insbesondere der Mobilitätsunterricht, zusätzlich unterrichtet werden müssten. Des Weiteren musste er in der Vergangenheit häufig die Feststellung machen, dass die Kinder dem Leistungsdruck, welcher an Regelschulen herrscht, nicht standhalten können und diese daher wieder verlassen müssen. Häufig geschieht dies, wenn der Schulwechsel von Grundschule auf weiterführende Schule ansteht.

Besuch Medienzentrum Tangerhütte

Im Medienzentrum Tangerhütte wurde gezielt nach Spielen mit besonderer Haptik in Verbindung mit auditiven Komponenten Ausschau gehalten. Doch bis auf ein Hörmemory, bei welchem Filmdosenpaare mit unterschiedlichen Inhalten durchgeschüttelt und Hören gefunden werden müssen und einen Kassettenspieler, kommt Ton nicht zum Einsatz. Auch hier findet die taktile Umsetzung bestehender Spiele großen Anklang, zum Beispiel klassische Wettrennspiele mit magnetischen Figuren oder auch mit realen Gegenständen (siehe Abbildungen 32 und 33). Des Weiteren werden Spiele mit Steckbrett im Unterricht verwendet (siehe Abbildung 34). Besonders taktile Kinderbücher greifen häufig auf eine Vielzahl unterschiedlicher Materialien zurück (siehe Abbildung 35).



Abb.32: Wettrennspiel mit magnetischen Figuren
Quelle: Laura Evers



Abb.33: Wettrennspiel mit realen Gegenständen
Quelle: Laura Evers



Abb.34: Steckkasten zum Erlernen von Braille
Quelle: Laura Evers



Abb.35: Taktiles Kinderbuch mit Collagetechnik
Quelle: Laura Evers

Unterrichtshospitation Zeune Schule Berlin

Die Hospitation an der Zeune-Schule Berlin fand in einer Klasse mit ausschließlich stark sehbehinderten und blinden SchülerInnen statt. Diese befanden sich im Alter zwischen 12 und 17 Jahren.

Der Lehrerin der Klasse nutzte selbstgestaltete taktile Arbeitsblätter. Hierzu wurde ein Ausdruck des bohr'schen Atommodells mit Windowcolor nachgezeichnet. Die Kinder waren nun in der Lage die einzelnen Ringe (Atomschalen) zu erfühlen. Einige SchülerInnen beschwerten sich über den vom Arbeitsblatt ausgehenden, ihrer Meinung nach unangenehmen Essiggeruch, befinden jedoch die Textur als angenehm und glatt, besonders im Vergleich zu einer Schwellkopie.

Die Lehrerin merkt an, dass Collagen aus unterschiedlichen Materialien besonders gut ankommen würden, jedoch auch zeitaufwendig in der Gestaltung seien. Gerne verwendet sie dafür Linoleum und Wellpappe. Des Weiteren sind rutschfeste Unterlagen wie Magnetbretter zu empfehlen, da taktiler Material versehentlich vom Tisch gewischt werden kann. Aufgabe der SchülerInnen ist es nun die passenden Elektronen in Form neonfarbener Klebepunkte einzuordnen. Die Punkte wurden bewusst in Neonfarben gewählt, da sie gut sichtbar und zudem auch ertastbar sind (siehe Abbildung 36). Zum Zählen nutzen die SchülerInnen eine Technik, bei der ein Finger den Startpunkt markiert, während ein Fühlfinger im Kreis alle Punkte abfühlt. Im Verlauf des Unterrichts äußern die SchülerInnen den Wunsch echtes Material, wie Eisen oder Zink, anzufassen.

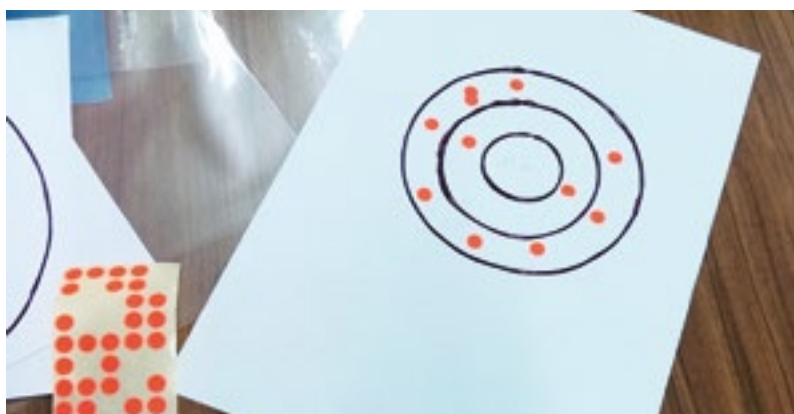


Abb.36: Taktile Grafik mit Windowcolor
Quelle: Laura Evers

Unterrichtshospitation Landesbildungszentrum Tangerhütte

Im Landesbildungszentrum Tangerhütte hospitierte ich sowohl in der zweiten als auch in der dritten Klasse. Die Schule wird von blinden, sehbehinderten als auch lernbehinderten Schülern besucht.

Die Aufgabe der dritten Klasse bestand darin ein Diktat zu verfassen. Ein vollblinder Schüler schreibt auf seiner Braillemaschine mit. Fehler werden weggekratzt oder mit Fehlerzeichen versehen. Anschließend sollen Aufgabenblätter bearbeitet werden, diese sind allerdings nur in Schwarzschrift verfügbar. Der blinde Schüler muss zuhören oder bekommt eine Extraaufgabe.

Eine Assistentin begleitet den Schüler. Sie hilft bei diversen Aufgaben, z.B. beim Ausschneiden von Materialien. Außerdem bastelt sie gemeinsam mit dem Schüler Illustrationen passend zur Unterrichtslektüre, dabei achtet sie darauf unterschiedliche Texturen zu verwenden.

Auch in der zweiten Klasse befindet sich eine vollblinde Schülerin. Sie ist sehr kreativ und töpft gerne Tiere. Des Weiteren spielt sie gerne mit Steckklötzen. Nach Aussagen der Lehrerin ist sie den anderen SchülerInnen inhaltlich voraus. Auch sie nutzt eine Braillemaschine zum Mitschreiben. Ihre Lehrerin nutzt keine Schwellpapiergrafiken, stellt jedoch selbst Ausmalbilder mit Windowcolor her. Sie wünscht sich eine größere Auswahl an inklusiven Spielen.

Auswertung der Zielgruppenbedürfnisse durch die Erstellung von Empathy Maps und Personas

Auf Grundlage der vorangegangenen Hospitationen wurden Empathy Maps erstellt. Eine Empathy Map besteht aus vier Quadranten. Den Quadranten werden die Begriffe „Sagen“, „Denken“, „Tun“ und „Fühlen“ zugeteilt.

Ziel ist es bisherige Beobachtungen und Eindrücke in diesen vier Kategorien auf den Punkt gebracht zu veranschaulichen. Gerade zu Beginn des Designprozesses eröffnet dieses Verfahren eine Möglichkeit sich in den Mindset der Zielgruppe hineinzuversetzen (42). Jede Empathy Map ist um eine Persona herum aufgebaut. Bei einer Persona handelt es sich um eine fiktive Person, deren Eigenschaften auf Rechercheergebnissen basieren. Ihre Funktion ist es eine typische Nutzergruppe zu repräsentieren (43).



Abb.37: Empathy Map Persona 1 Lina
Quelle: eigene Darstellung



Abb.38: Empathy Map Persona 2 Tom
Quelle: eigene Darstellung

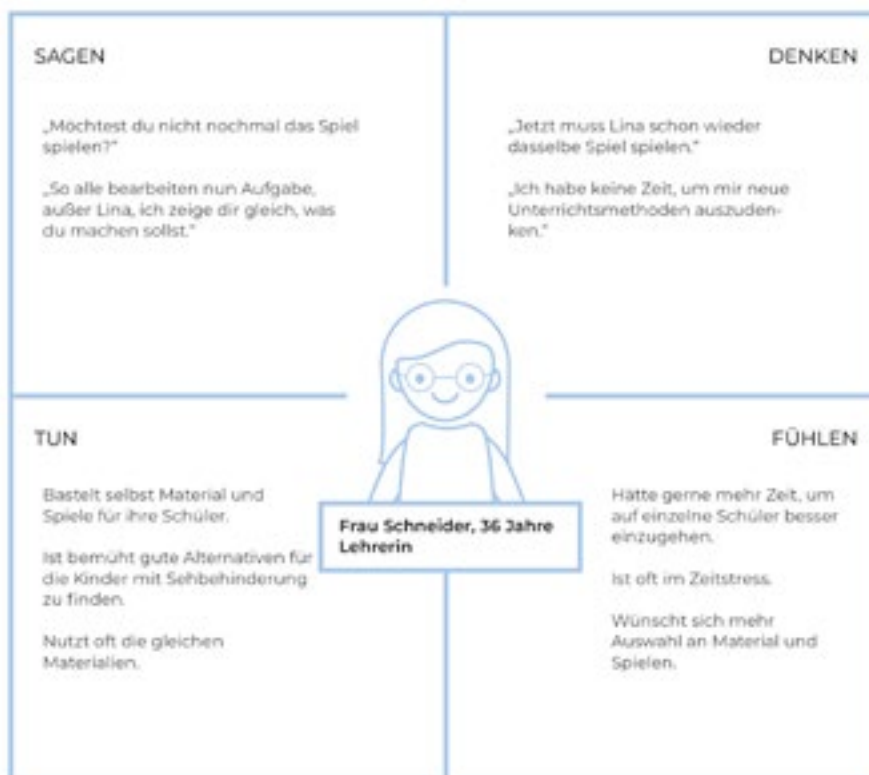


Abb.39: Empathy Map Persona 3 Frau Schneider
Quelle: eigene Darstellung



Abb.40: Lina, 7 Jahre, von Geburt an blind
Quelle: Anna Niezabitowska, unsplash.com

Persona 1 Lina

Lina ist sieben Jahre alt und geht in die zweite Klasse. Sie besucht eine Förderschule mit dem Schwerpunkt Sehen. Dies bedeutet, dass ihre weiteren 5 MitschülerInnen auch eine Sehbehinderung aufweisen.

Lina selbst ist fast vollblind, d.h. sie kann nur sehr schwach hell und dunkel wahrnehmen. Dennoch ist sie sehr kreativ. Am liebsten baut sie Dinge aus Steckklötzen oder formt Figuren im Töpferunterricht. Mit sieben Jahren ist sie schon eine geübte Leserin und beherrscht den Umgang mit ihrer Brailleschreibmaschine. Ihre Lehrerin ist stets bemüht taktilen Lehrmaterial für Lina zu organisieren oder selbst zu basteln. Lina ist recht ungeduldig und auch sehr neugierig.



Abb.41: Töpfern
Quelle: Karen Maes, unsplash.com



Abb.42: Bauen mit Klötzen
Quelle: Kelly Sikkema, unsplash.com



Abb.43: Brailleschreibmaschine
Quelle: brailletec.de



Abb.44: Tom, 9 Jahre, stark sehbehindert
Quelle: STEMShare NSW, unsplash.com

Persona 2 Tom

Tom ist neun Jahre alt und geht in die dritte Klasse. Er besucht eine Förderschule mit den Schwerpunkten Sehen und Lernen. Letzteres bedeutet, dass die Schule sowohl von sehbehinderten als auch von normalsehenden Schülern besucht wird.

Tom ist stark sehbehindert, mithilfe seines Lesegeräts kann er Schwarzschrift lesen, grelle Farben und Kontraste helfen ihm dabei Figuren zu erkennen. Leider werden seine Augen immer schlechter, sodass er auch Braille lernen muss. Am liebsten spielt Tom mit seinen Spielzeugautos oder geht schwimmen. Seine Lehrer nutzen leider wenig taktiles Unterrichtsmaterial oder entsprechende Spiele. Oft werden bereits existierende Spiele mit Braille aufgearbeitet, sind aber zu komplex. Dies bedeutet, dass Tom immer auf die Hilfe seiner Assistentin angewiesen ist, wenn er mit den anderen Kindern ein Spiel spielen möchte.



Abb.45: Spielzeugautos
Quelle: Markus Spiske, unsplash.com

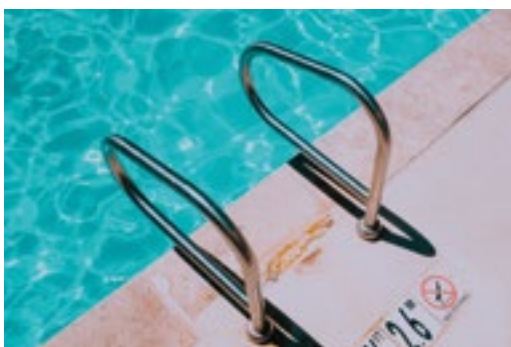


Abb.46: Schwimmen
Quelle: Jay Wennington, unsplash.com



Abb.47: Lesegerät für Schwarzschrift
Quelle: willhaben.at



Abb.48: Frau Schneider, Lehrerin
Quelle: Allison Griffith, unsplash.com

Persona 3 Frau Schneider

Frau Schneider ist die Klassenlehrerin von Lina. Sie ist Sonderpädagogin und spezialisiert auf Kinder mit Sehbehinderung.

Da der Fundus an geeignetem Lehr- und Spielmaterial nicht groß ist, muss sie ihr Material oft selbst herstellen. In ihrer Klasse sind Kinder mit unterschiedlichen Seheinschränkungen, daher ist es eine Herausforderung allen Kindern gerecht zu werden und oft fehlen ihr die Ideen, wie Material aufgearbeitet werden kann oder sie hat nicht genügend Zeit dazu. Daher wiederholen sich Aufgaben und Konzepte oft.



Abb.49: Basteln
Quelle: Jo Szczepanska, unsplash.com



Abb.50: Im Unterricht
Quelle: Nicole Honeywill, unsplash.com



Abb.51: Zeitmangel
Quelle: jaelynn Castillo, unsplash.com

Schlussfolgerungen

Es kristallisierten sich bei den Recherchen folgende Probleme heraus: Mangel an Personal, die damit verbundenen geringen Kapazitäten und Budgetknappheit. Gerade der Personalmangel wird von Lehrern als schwerwiegend bewertet, da Kinder mit Behinderung eine intensivere Betreuung benötigen und andere Formen der Selbstbeschäftigung z.B. durch Spiele sehr eingeschränkt sind. Die Auswahl des Spiel- und Lehrmaterials ist vom Ermessen und der Motivation des Lehrers eigenes Material herzustellen abhängig. Spiele, die gleichermaßen von Kindern mit Sehbehinderung und normalsehenden

Kindern genutzt werden können, sind kaum bis gar nicht vorhanden.

Partizipation an der Unterrichtsgestaltung und eigenständige Entscheidungsmöglichkeiten über Freiarbeit sind wichtig damit den Kindern nicht das Gefühl vermittelt wird etwas aufgezwungen zu bekommen. Ein wichtiges Thema an Förderschulen ist das Erlernen von elementaren Alltagsabläufen, beispielsweise das Lesen der Uhr, Zähne putzen usw.

Gerne werden Spiele oder Unterrichtsmaterialien genutzt, die eine Mischung aus Stoffen unterschiedlicher haptischer Beschaffenheit aufweisen. Rutschfeste Unterlagen, Magnetische Figuren oder Steckbretter sorgen für Orientierung. Die Kinder haben eine Vielzahl an Hobbys, ihre Interessen unterscheiden sich nicht sonderlich von Kindern ohne Behinderung. Wichtige Themen sind Autos, Tiere und gestalterische Freizeitaktivitäten, die maßgeblich mit dem Tastsinn durchführbar sind.

4

Themenfindung

Mind-Mapping
Weiteres Vorgehen
Erste Ideen und Skizzen
Experteninterview

Mind-Mapping

Zur weiteren Strukturierung des angeeigneten Wissens sowie zur Ideenfindung wurde eine Mind-Map (siehe Abbildung 51) erstellt. Bei einer Mind-Map handelt es sich um eine durch Tony Buzan geprägte Methode, um ein Thema mithilfe von Assoziationen und Kategorienbildung visuell darzustellen (44). Die einzelnen Begriffe wurden Hauptkategorien zugeordnet. Die Kategorien behandeln Grundlagenthemata wie das Lernen, Spielen und Wahrnehmen von Kindern mit Sehbehinderungen. Auch auf die Zielgruppe und deren Anforderungen wird eingegangen. Die weiteren Punkte befassen sich mit dem Konzept sowie möglicher Inhalte, Designmethoden und Umsetzung derselben.

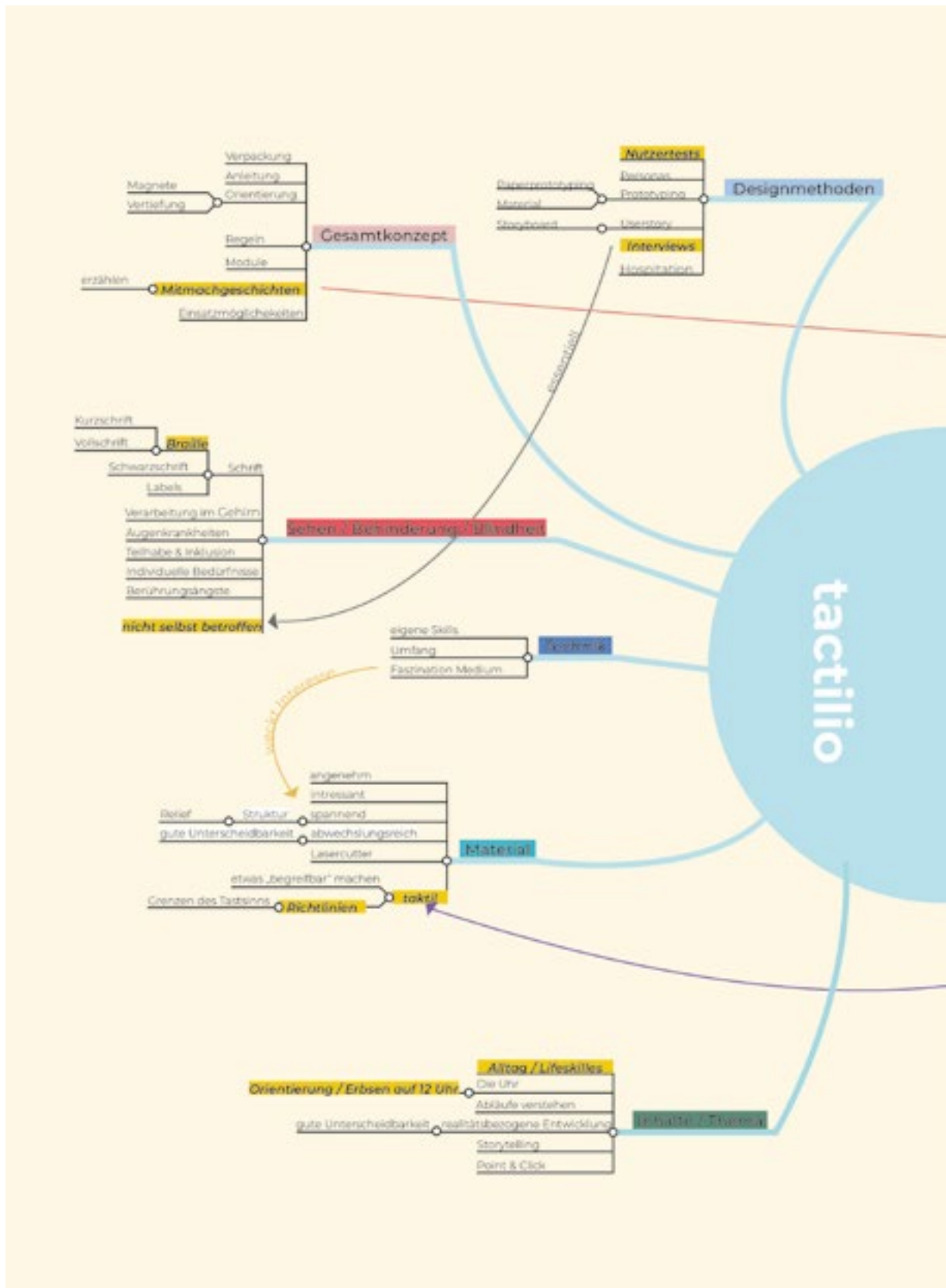
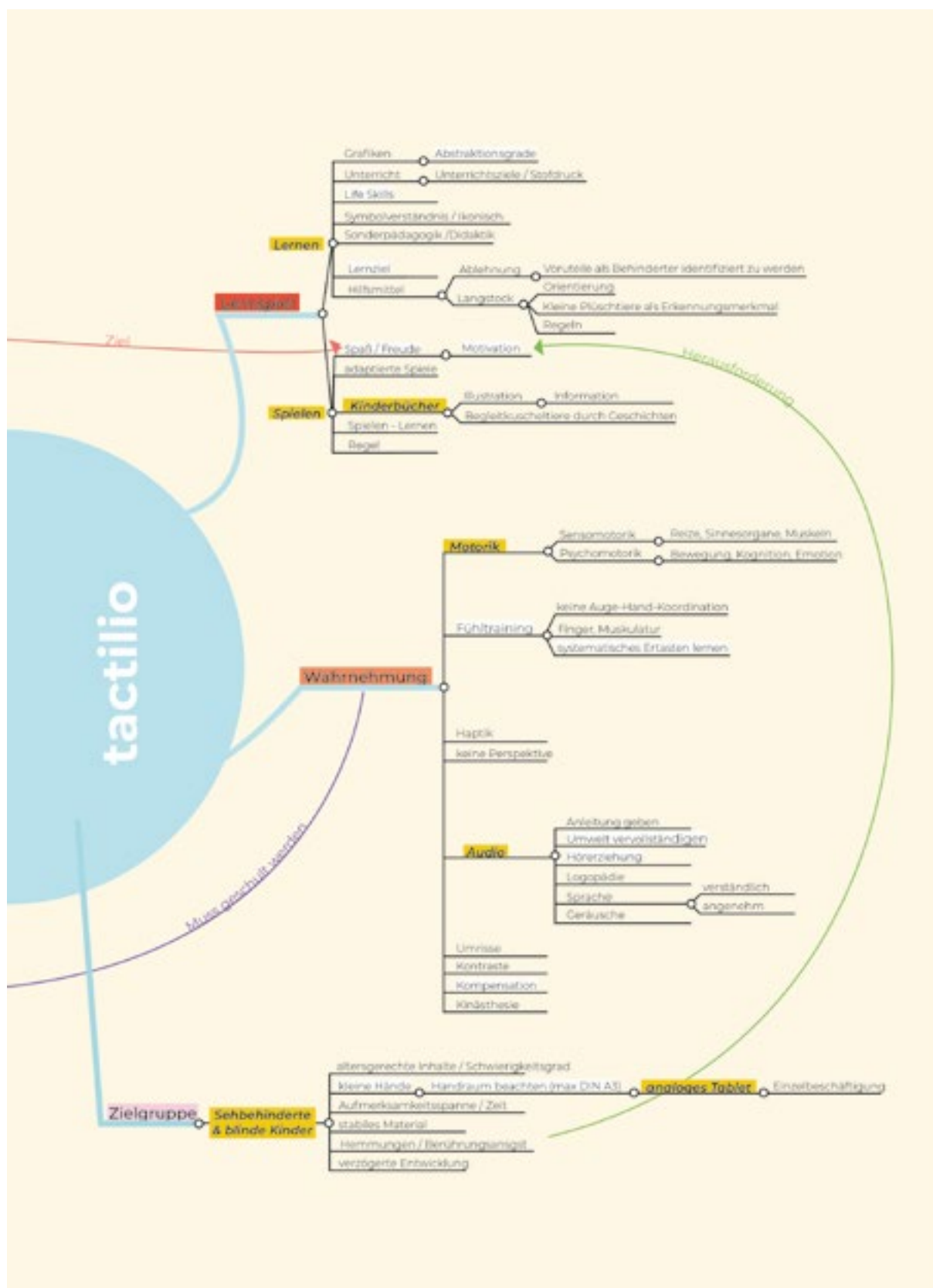


Abb.52: Mindmap Quelle: eigene Darstellung

In den jeweiligen Unterkategorien wurden als besonders interessant erachtete Schlagwörter gelb unterlegt. Weiß unterlegt sind Unterpunkte, die im Konzept berücksichtigt werden sollen. Des Weiteren wurden Begriffe miteinander durch Pfeile in Beziehung gesetzt. So sind Interviews und Gespräche mit Experten sowie der Zielgruppe von großer Bedeutung, um sich in die Lage einer betroffenen Person und deren Bedürfnisse hineinversetzen zu können. Die Herausforderung mögliche Berührungsängste oder Hemmungen abzubauen, sowie das Ziel die Kinder durch Spaß am Spiel zu aktivem Handeln zu motivieren kristallisierten sich heraus.



Weiteres Vorgehen

Nach der Mind-Map Erstellung wurden Prioritäten und Ziele festgelegt. Anschließend wurde überlegt welche Inhalte taktil umgesetzt werden können und dabei interessant für die Zielgruppe sind. Anhand der möglichen Inhalte wurde nach einer passenden Umsetzungsmethode gesucht.

Ziele

Zentrale Fragestellung:

Wie kann Lehrmaterial für sehbehinderte und blinde Kinder gestaltet werden, sodass auditives sowie taktiler Lernen durch den Einsatz interaktiver Technik unterstützt werden kann?

Ziel ist es, ein besseres Verständnis zu entwickeln wie moderne Technik beim audio-taktilen Lernen unterstützen kann. Auditives Verständnis, Gedächtnistraining, Selbstständigkeit sowie motorische Fähigkeiten (wie z. B. die Ohr-Hand-Koordination oder Kraft und Tactstrategien) sollen gefördert werden. Außerdem sollen die Abbildungen das Begriffs – und Symbolverständnis trainieren. Das Produkt soll auch für Kinder ohne oder mit anderen Behinderungen ansprechend zu bedienen sein, um den Inklusionsgedanken zu unterstützen. Außerdem soll ein Prototyp zur Demonstration der Machbarkeit kreiert werden.

Förderung der Selbsttätigkeit

Da bei sehbehinderten Kindern „der visuelle Aufforderungscharakter der Umwelt v.a. im Hinblick auf die Nachahmung von Tätigkeiten anderer Kinder oder Erwachsener wegfällt“, ist die Eigenmotivation in Aktion zu treten gering. Doch insbesondere taktil zu erfassende Objekte erfordern aktives Handeln (33 S. 111). „Dem selbsttätigen Umgang mit dem Lerngegenstand ist daher die Phase des Kennenlernens und Erfahrens sowie die Phase des Einübens notwendiger Handlungsabläufe vorgeschaltet.“ (33 S. 111) Wichtig ist es daher, dass Lehrmaterial für die betroffenen Kinder problemlos nutzbar gemacht wird.

Abbau von Ängsten und Förderung von Neugier

Reserviertes Verhalten oder gar Angst sind kontraproduktiv um ein Spektrum an Erfahrungen zu sammeln und daraus zu lernen. Ziel dieser Arbeit ist es unter anderem positive Emotionen wie Neugier und Interesse zu fördern, da dies allgemein wichtige Eigenschaften sind. Dies gilt nicht nur für das Lernumfeld, sondern für den gesamten weiteren Lebensweg.

Erste Ideen und Skizzen

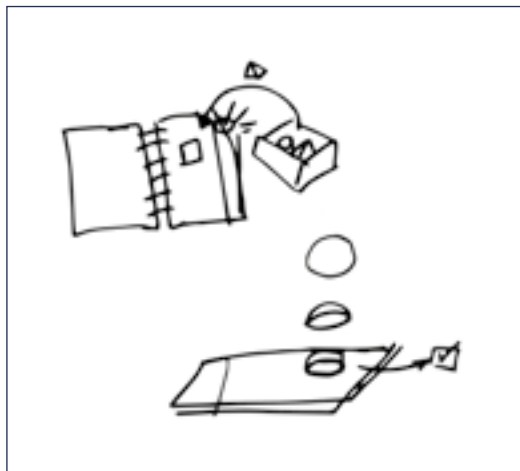


Abb.53: interaktiv von 2D zu 3D
Quelle: eigene Darstellung



Abb.54: „Die Verwendung von Lebensmitteln
lernen“ Quelle: eigene Darstellung

Taktiler Schulbuch oder Board für Mathematik

Die Idee besteht darin Kindern den Übergang von Dreidimensionalität zu Zweidimensionalität mithilfe eines interaktiven Schulbuches oder Boards zu erläutern. 3D Formen wie z.B. ein Würfel sollen passenden Flächen, in diesem Fall dem Quadrat, zugeordnet werden. Wird eine Form richtig zugeordnet, soll ein passender Begleittext oder eine Aufgabe abgespielt werden.

Bereits während der Recherche stellte sich heraus, dass es im Bereich Mathematik zahlreiche Übungen und Umsetzungen zu diesem Thema gibt. Dorine in 't Veld, Spezialistin für taktile Grafiken, nutzt orthogonale Projektionen, um diesen Übergang verständlich zu gestalten. Hierbei wird ein dreidimensionaler Gegenstand von oben, unten und in Seitenansicht zweidimensional und taktil dargestellt (siehe Abbildung. 52). Der reale Gegenstand kann nun mit der zweidimensionalen Zeichnung abgeglichen werden, beispielsweise indem dieser auf der Zeichnung platziert wird (siehe Abbildung 53). (45)

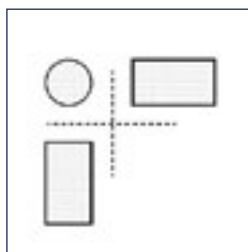


Abb.55: Orthogonale Projektion eines Zylinders
Quelle: dedicon



Abb.56: 3D-Formen
Quelle: dedicon

Spiel Einkaufen & Kochen

Bei einem interaktiven Kochbuch können Karten mit taktilen Lebensmittelkarten oder realitätsnahen Spielzeuglebensmitteln selbstständiges Kochen fördern. Ein interaktives Einkaufsspiel bietet die Möglichkeit das Alltagszenario Einkaufen zu trainieren. Nach einigen Recherchen wurde jedoch die Erkenntnis gewonnen, dass diese Alltagsfertigkeiten im realen Leben besser geübt werden können.

- Üben der Tätigkeiten ist effektiver in realen Alltagssituationen
- Nicht altersgerecht
- + Symbolverständnisstraining

- Bereits adäquate Lösungsansätze vorhanden
- Kein Mehrwert durch den Einsatz von Audio
- + Sinnvolles Thema
- + Altersgerecht

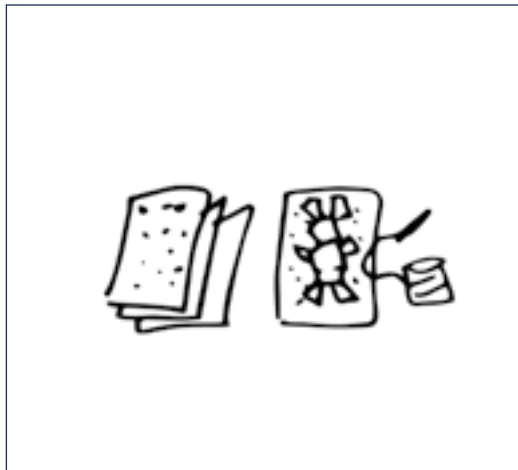


Abb.57: Kreativset
Quelle: eigene Darstellung

Kreativset

Lehrer in Inklusionsklassen äußerten den Wunsch nach mehr Möglichkeiten kreativ tätig zu werden. Angedacht ist daher ein Set, bestehend aus verschiedenen Schablonen, versehen mit Strukturen zum Durchpausen oder Durchfädeln von Wolle. Hierbei fehlt jedoch die Möglichkeit der Audioeinbindung.

Bei näherer Recherche zeigte sich, dass eine Reihe von Methoden bereits im Unterricht zum Einsatz kommen, damit Kinder mit Sehbehinderung kreativ tätig werden können zum Beispiel durch die Verwendung eines speziellen Zeichenbrettes mit durch Stiftaufdruck taktil reagierender Folie.

- Bereits adäquate Lösungsansätze vorhanden
- Kein Einsatz von Audio und daher kein Mehrwert
- + Anregung zu Kreativität
- + Altersgerecht



Abb.58: Fühlmemory
Quelle: eigene Darstellung

Fühlmemory

Bei einem Fühlmemory sollen Kartenpaare mit Texturen oder Begriffen gefunden werden. Als interaktive Elemente ist ein interaktives Board zur Ablage der Karten vorgesehen.

Ob wirklich die richtigen Karten gefunden wurden, wird durch ein Audiofeedback bekannt gegeben. Die ursprüngliche Intention des Spiels „Memory“ durch Aufdecken zweier Karten direkt zu wissen, ob man sich die passenden Karten gemerkt hat, geht dabei allerdings verloren.

- Bereits adäquate Lösungsansätze vorhanden
- Kein Mehrwert durch den Einsatz von Audio
- + Altersgerecht
- + Tasttraining

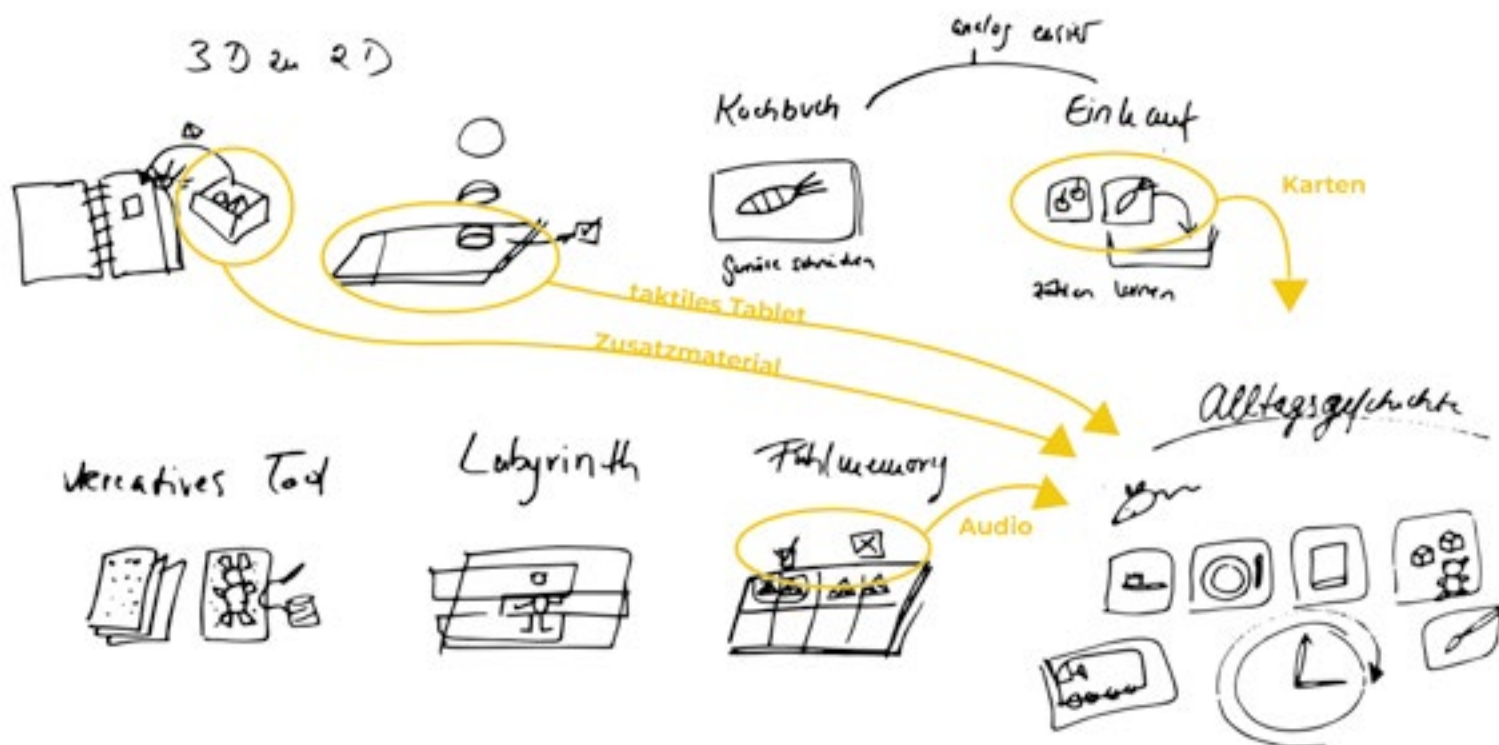


Abb.59: Ideenfindung interaktive Geschichte Quelle: eigene Darstellung

Die interaktive Geschichte

Die Idee einer interaktiven Geschichte für Kinder wurde weiterverfolgt. Diverse Elemente aus anderen Ideenskizzen flossen in das Konzept mit ein (siehe Abbildung 57).

So sollen Bildkarten auf ein taktils Spielbrett abgelegt werden können. Kontaktieren die Karten das Brett wird eine Geschichte erzählt. Die Geschichte soll Bezug zum Alltag der Kinder haben und auf die zu erfüllenden Charakteristiken der collagierten Karten eingehen.

- + Kein vergleichbares Spiel bekannt
- + Mehrwert durch die Verbindung von Haptik und Audio
- + Altersgerechte Umsetzung
- + Symbolverständnis wird trainiert
- Geschichten aus dem Alltag evtl. zu uninteressant für Altersgruppe

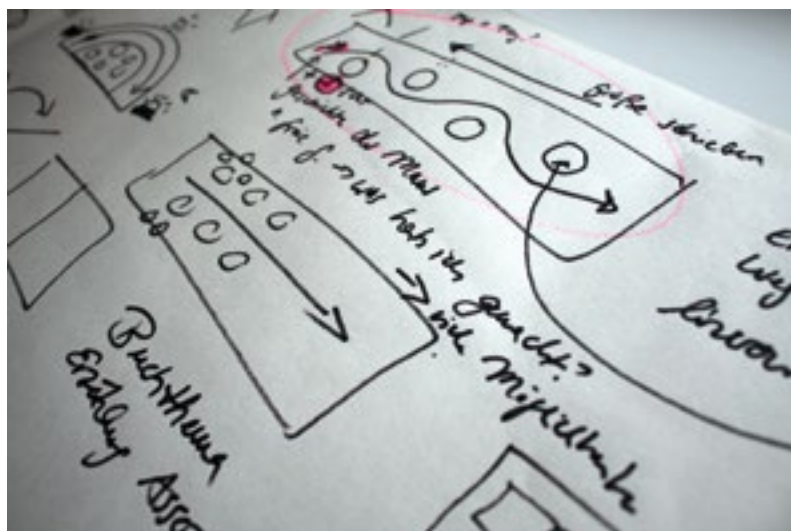


Abb.60: Erste Skizzen zur Boardgestaltung einer interaktiven Geschichte Quelle: eigene Darstellung

Interview mit Sophia Schmidt-Hieber

Nachdem sich erste Ideen herauskristallisiert hatten fand am 24. Januar 2019 ein Interview mit Sophia Schmidt-Hieber, Lehrerin und Leiterin des Medienzentrums an der Johann-August-Zeune-Schule für Blinde in Berlin, statt. Ziel war es erste Ansätze evaluierten zu lassen sowie Thesen, wie zum Beispiel zum Mehrwert von multisensorischem Lernen, zu überprüfen. Des Weiteren sollte das Interview dazu verhelfen das Alter der Zielgruppe zu bestimmen.

Thema: Taktilen Lernspiel für sehbehinderte Kinder

L.E.: Szenario: Kinder können aus einer Box taktile Bilder auswählen und auf einem Board platzieren. Sobald die Bilder mit der Fläche in Berührung kommen wird ein Ton ausgelöst.

S.-H: Vorstellung der Idee taktile Bilder und Audiodateien in Form von Geräuschen oder Erklärungen zu verbinden ist eine tolle Idee und meiner Meinung nach auch einzigartig. Ein vergleichbares Spiel ist mir nicht bekannt. Es wäre sicher gut für Freiarbeitsstunden geeignet. Des Weiteren ist es wichtig für Kinder Symbolverständlichkeit zu trainieren, was mithilfe der Bilderkarten möglich wäre. Für sehbehinderte Kinder gibt es wenig Möglichkeiten sich selbst zu beschäftigen. Computerspiele fallen z.B. weg. Das Spiel könnte eine Alternative dazu darstellen.

L.E.: Stellt die Einbindung von Ton einen Mehrwert dar?

S.-H: Auf jeden Fall. Ich denke das wird auch in einigen wissenschaftlichen Arbeiten deutlich.

L.E.: Kennen Sie Spiele, die nicht adaptiert wurden, sondern speziell für Sehbehinderte erstellt worden sind?

S.-H: Nein. Meistens werden bestehende Spiele verwendet. Taktile Kinderbücher werden hingegen direkt für sehbehinderte Kinder gestaltet. Außerdem kenne ich noch Tip Toi, habe es aber selbst noch nicht getestet.

L.E.: Gibt es Szenarien oder Unterrichtseinheiten, die sich besonders zur Umsetzung eignen?

S.-H: Ich könnte mir vorstellen, dass ein Texturen Memory sich eignen würde. Ansonsten könnte das räumliche Vorstellungsvermögen in Mathematik mithilfe von geometrischen Formen trainiert werden. Auch im Naturkundeunterricht könnte es eingesetzt werden.

L.E.: Wäre es auch eine Möglichkeit, dass Kinder mithilfe der Karten das Geschichtenerzählen trainieren könnten?

S.-H: Für kleine Kinder begleitet oft ein Tier in Plüschtierform die Geschichte. In der Geschichte selbst taucht dasselbe Tier in 2D Form wieder auf. Die Kinder lassen dann z.B. die Maus „überall rum hüpfen.“

L.E.: Für welche Altersgruppe würde sich ihrer Meinung nach ein solches Spiel eignen?

S.-H: Eher kleine Kinder, also Vor- oder Grundschulalter.

L.E.: Benötigen Kinder die Anleitung durch einen Erwachsenen, um ein solches Spiel zu starten?

S.-H: Ich könnte mir vorstellen, dass die Anleitung über eine Audiodatei erfolgt.

Weitere Anmerkungen der Lehrerin:

Bei der Unterlage ist darauf zu achten, dass sie einen Rand zur Begrenzung und Orientierung aufweist. Die Größe sollte im Handraumbereich bleiben (ca. DIN A3). Bei der Umsetzung der Bilder darf nicht zu visuell gedacht werden. Es kommt vor, dass ein Bild gut aussieht, jedoch nicht ertastet werden kann z.B. wenn Texturen zu klein sind und daher nicht unterschieden werden können. Kanten sollten nicht zu scharf sein sonst sind sie unangenehm zu fühlen. Das Spiel könnte auch für Kinder ohne Sehbehinderung interessant sein.

5

Konzept

Konzeptzusammenfassung

Konzeptzusammenfassung

Basierend auf Literaturrecherchen, Hospitationen sowie Experteninterviews wurde die Idee für eine interaktive Geschichte entwickelt sowie Charakteristiken abgeleitet wie eine solche Applikation umgesetzt werden könnte. Daraus entstand das Konzept für tactilio.

tactilio ist eine interaktive Geschichte für blinde und sehbehinderte Kinder im Alter zwischen sechs und neun Jahren. Das Spiel kann in der Schule beispielsweise in Freiarbeitsstunden genutzt werden. Offene Formen des Unterrichts sind vor allem für sehbehinderte SchülerInnen von großer Notwendigkeit um individuelles und aktives Lernen zu fördern.

„Die Verknüpfung eines handlungsorientierten Unterrichts mit offenen Unterrichtsformen (Freiarbeit (...), Lernstationen etc.) erscheint für blinde und hochgradig sehbehinderte Schülerinnen und Schüler noch zwingender als für normalsende, da hier Individualisierung und Eigenaktivierung als Grundlage des Lernens optimal ergänzen können.“ (3 S. 207)

Die Bezeichnung tactilio nimmt semantisch Bezug auf die zwei Kernelemente dieser Arbeit. So verschmelzen taktile Abbildungen („tactile“) gemeinsam mit Erzählungen („audio“) zu tactilio.

Spielaufbau

Das Konzept sieht folgende Komponenten vor: Ein Spielbrett mit integrierter Audioausgabe und eine Karteibox mit zwölf taktilen Bildkarten. Das Spielbrett verfügt über Bedienknöpfe sowie Aussparungen, welche verdeutlichen an welcher Stelle Karten abgelegt werden können. Die Karten selbst sind in vier unterschiedliche Kategorien à 3 Karten aufgeteilt.



Abb.61: Zwölf Bildkartenmotive Quelle: eigene Darstellung

Spielablauf

Um das Spiel zu starten wird der Playbutton betätigt. Einmaliges Drücken des Knopfes lässt eine Audioerklärung zur Funktion des Buttons abspielen, zum Beispiel: „An/Aus“. Zweimaliges Drücken löst die Aktion aus. Des Weiteren können Sequenzen durch das Bedienen der entsprechenden Knöpfe übersprungen oder pausiert werden. Auch das Zurückspringen in vorige Kapitel ist möglich. Aktuelle Sequenzen sowie, nach Abschluss des Spiels, die komplette Geschichte können wiederholt werden. Zu Beginn wird eine kurze Anleitung abgespielt, danach startet die Geschichte. Die Option die Anleitung zu überspringen und direkt zur Geschichte zu gelangen besteht ebenfalls.

Das Setting der Geschichte wird in der Einleitung vorgestellt. In diesem Fall handelt es sich um den Weltraum. Endet ein Abschnitt der Geschichte wird dem Kind die Möglichkeit geboten die Geschichte mitzugestalten, indem es durch Fragen zum Handeln aufgefordert wird. Beispielsweise wird gefragt, wer auf dem zuvor beschriebenen Planeten wohnt. Aus den Bildkarten der Kategorie „Figur“ kann nun ein Protagonist ausgewählt werden. tactilio geht nun auf die Auswahl ein und entwickelt die Geschichte. Hierbei wer-

den bestimmte Geschichtspfade vorgegeben, dennoch gibt es mehrere Möglichkeiten ans Ziel zu gelangen. Wird eine Karte aus einer falschen Kategorie ausgewählt bekommt das Kind einen Tipp, welche Kategorie besser geeignet sein könnte. Zudem gibt es aber auch Aufgaben, die darauf abzielen eine bestimmte Karte zu finden. Auf dem Spielfeld ist Platz für acht Karten. Sind alle Plätze belegt ist die Geschichte beendet.

Besonderheiten

Die Geschichte

Damit alle Kinder angesprochen werden wurden der Inhalt der Geschichtsabschnitte sowie deren Abbildungen bewusst geschlechterneutral und altersentsprechend gewählt. Die zu den Karten gehörenden Textabschnitte gehen inhaltlich auf einzelne Elemente der Karten besonders ein. So sollen die Kinder dazu animiert werden genauer hinzufühlen und die Abbildungen zu erkunden.

Beispieltext für die Karte „Der Astronaut Anton“

„Hier wohnt der abenteuerlustige Astronaut Anton, den bisher noch niemand zu Gesicht bekommen hat, denn er lebt hier ganz alleine. Er hat einen großen, runden Weltraumhelm, damit ihm auf seinen Reisen durch das All nicht die Puste ausgeht. Außerdem trägt er einen weißen Raumanzug.“

In den ersten vier Abschnitten gibt es jeweils die Möglichkeit aus drei Karten auszuwählen, in den letzten vier Abschnitten können in jedem Abschnitt noch zwei Karten ausgewählt werden, da bereits vier Karten abgelegt wurden. Dies lässt die Geschichte auf 1296 Legemöglichkeiten kommen, siehe Abbildung 61. Das Konzept sieht jedoch künstliche Restriktionen vor, so ist an den Positionen 4 und 8 die Auswahl einer spezifischen Karte gefordert um das Spiel fortzusetzen.



Abb.62: Spielkarte „Der Astronaut Anton“ Quelle: eigene Darstellung



Abb.63: Kombinationsmöglichkeiten Quelle: eigene Darstellung

User Journey

Das Erstellen einer User Journey hat zum Ziel herauszustellen, wie Nutzende mit dem designten Objekt interagieren könnten. Die User Journey zeigt ein repräsentatives Szenario auf und verdeutlicht die Projektvision (46).

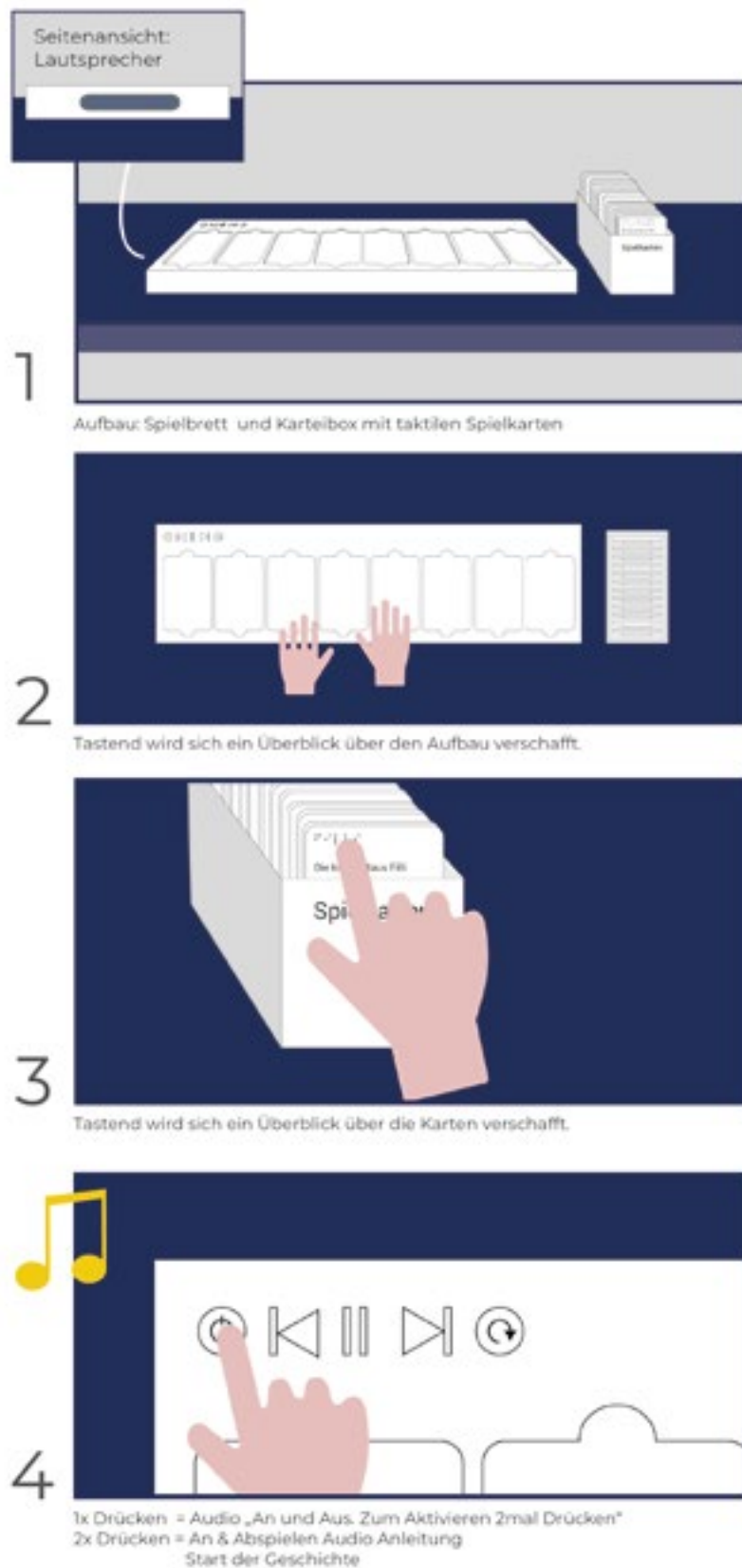


Abb.64:User Journey Quelle: eigene Darstellung



Interaktionselemente

Die Funktionen der Interaktionselemente auf dem Spielbrett werden per Sprachausgabe erklärt, dies fördert die Selbstständigkeit der Kinder, denn sie sind nicht auf die Hilfe einer sehenden Person angewiesen. Außerdem eröffnet dies auch Nichtlesern oder ungeübten Lesern die Möglichkeit das Spiel zu spielen.

Die Spielkarten

Die Abbildungen auf den Karten wurden mit verschiedenen Materialien gestaltet. Des Weiteren verfügen die einzelnen Elemente über unterschiedliche Höhen, was eine bessere Unterscheidbarkeit ermöglicht. Bunte Farben und Kontraste sorgen neben dem haptischen Erlebnis auch für eine optisch ansprechende Gestaltung. Alle Karten sind sowohl mit Brailleschrift als auch mit Schwarzschrift versehen. Durch diese Gestaltung kann sichergestellt werden, dass die Karten sich nicht nur für sehbehinderte, sondern auch für normal sehende Kinder ansprechend sind. Eine Karteikartenbox hilft den Kindern die Karten zu sortieren und sich somit einen besseren Überblick zu verschaffen.

Das Spielbrett

Das Spielbrett schafft eine lineare Ablagemöglichkeit für die Spielkarten. Die für die Karten vorgesehenen Vertiefungen verhindern, dass diese vom Tisch gewischt werden können und geben dem Spiel Struktur. Gleichzeitig bleiben die Hände frei zum Tasten während die Sprachausgabe abgespielt wird. Dies ist ein deutlicher Vorteil gegenüber anderen Audioprodukten, wie z.B. Tip-toi®. Auf diese Weise kann eine multisensorische Lernerfahrung generiert werden, die der Schüler eigenständig machen kann.

Positive Aspekte des Konzepts

- Materialmix für interessante haptische Erkundungen
- Bunte Farben für sehende Kinder oder Kinder mit Sehrest
- Braille als auch Schwarzschrift für mehr Inklusion
- Handlungsorientiertes und selbstbestimmtes Spielen
- Altersgerechte Inhalte
- Stabile Unterlage und Ablageflächen
- Strukturierte Abläufe
- Multisensorisches Erlebnis
- Viele Kombinationsmöglichkeiten

6

Prototyping

Vorgehensweise

Papierprototyp

Versuchsaufbau

Interaktionselemente

Spielablauf

Bewertung der Bildkarten

Abschließendes Feedback

Zweiter Prototyp

Technik

Versuchsaufbau

Vorgehensweise

Die Prototypingtests wurden mit einer Expertin des sonderpädagogischen Bereichs als auch mit der Zielgruppe durchgeführt. Zunächst wurde ein Papierprototyp entwickelt, welcher mit der Expertin Sophia-Schmidt-Hieber getestet wurde. Sie ist Lehrerin sowie Leiterin des Medienzentrums an der Johann-August-Zeune-Schule für Blinde in Berlin. Als Leiterin des Medienzentrums stellt sie selbst taktile Medien her, welche sie in ihrer Funktion als Lehrerin im Unterricht einsetzen und evaluieren kann. Anschließend wurde ein weiterer Prototypentest mit der Zielgruppe durchgeführt. Bei den Testpersonen handelte es sich um blinde und sehbehinderte SchülerInnen im Alter zwischen sechs und neun Jahren.

Papierprototyp

Versuchsaufbau

Nach kurzer Einleitung über den Hintergrund des Projekts beginnt der Versuch. Vor der Testperson Frau Schmidt-Hieber liegen das Board mit den Maßen von 750 mm x 210 mm (siehe Abbildung 62) und die Papiertüte, welche die Bildkarten beinhaltet. Insgesamt gibt es zwölf Bildkarten mit jeweils den Maßen 85 mm x 130 mm (siehe Abbildung 63 und 65). Die Testperson entnimmt zunächst die

Karten dem Umschlag und sortiert diese vor dem Board, um sich einen Überblick zu verschaffen. Das Auslegen aller Karten verbraucht sehr viel Platz. Auf Nachfrage, ob eine feste Unterlage für das Sortieren der Karten benötigt wird oder ob die Karten auch in einem Karteisystem sortiert werden können, befindet Frau Schmidt-Hieber eine Karteikartenbox als gute Lösung.

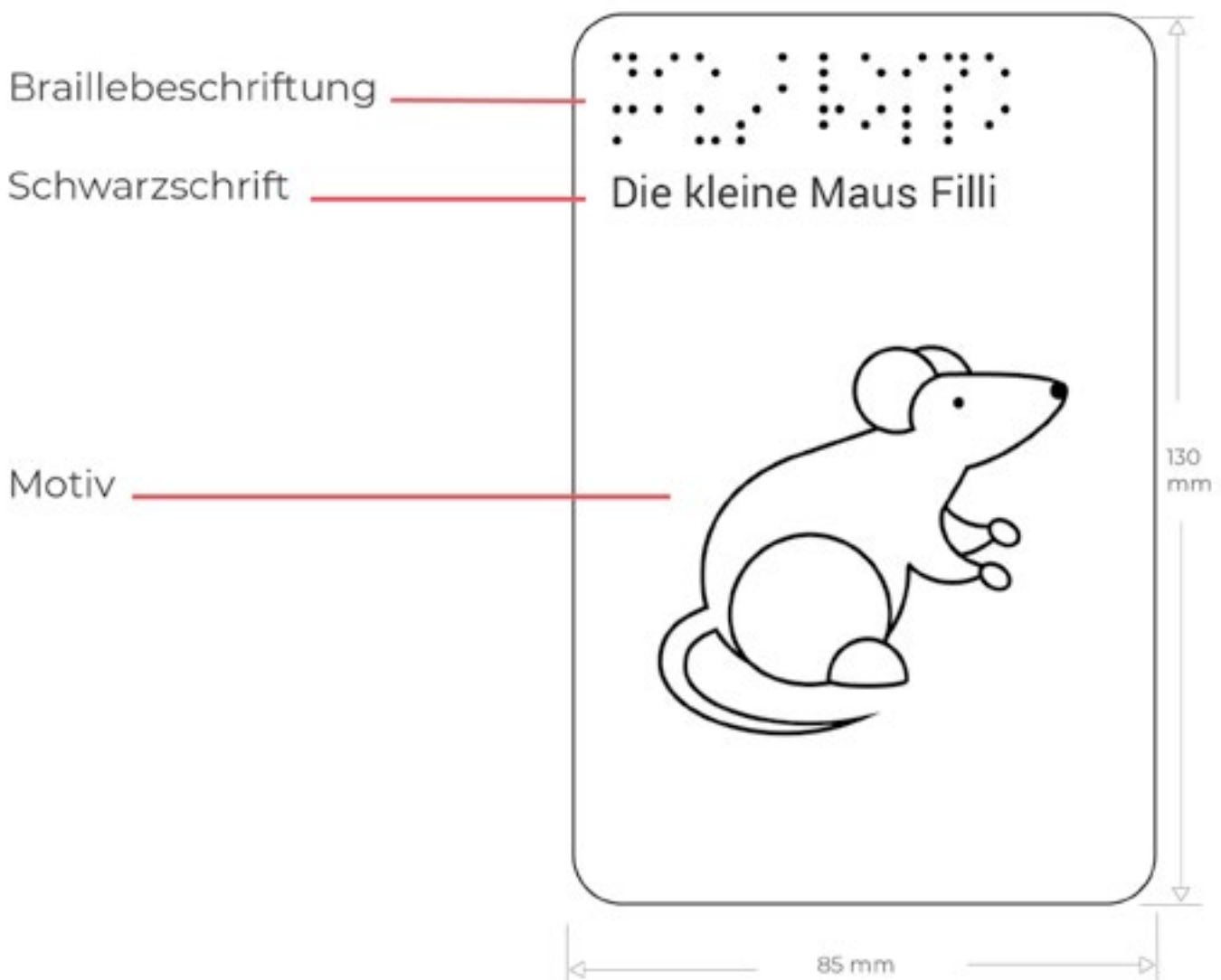


Abb.65: Aufbau einer Bildkarte Quelle: eigene Darstellung

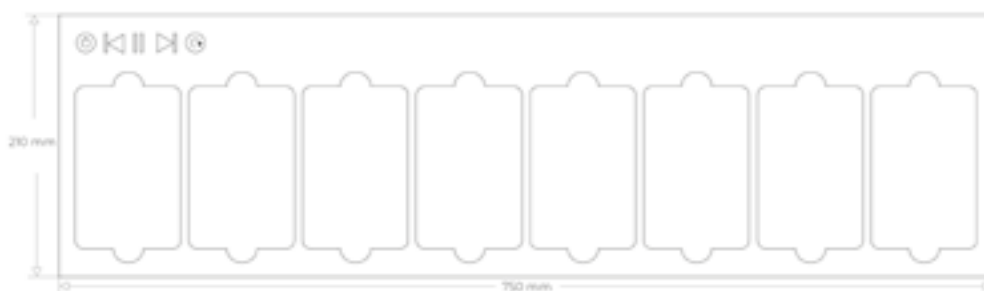


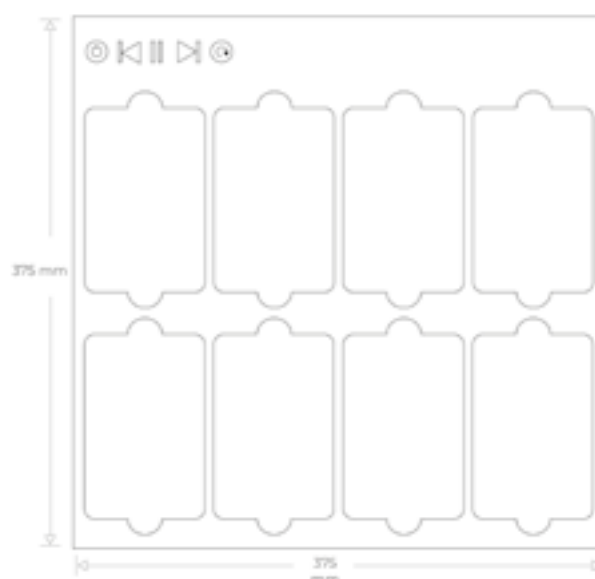
Abb.66: Board mit Vertiefungen zur Ablage der Spielkarten Quelle: eigene Darstellung


 Abb.67: Papiertüte mit Spielkarten
Quelle: eigene Darstellung

Interaktionselemente

Die Funktionen der Interaktionselemente (siehe Abbildung 66) werden alle erkannt und sollten laut Schmidt-Hieber beibehalten werden, da es sich ihrer Meinung nach um gängige Symbole handelt, die von sehbehinderten Menschen erlernt werden sollten. Es werden mehrere Größen für die Bedienknöpfe präsentiert mit der Option Braillebeschriftung hinzuzufügen um die Funktion die Knöpfe deutlich zu machen.

Frau Schmidt-Hieber schlägt vor die Bedienung an die Nutzung eines Smartphones durch blinde und sehbehinderte Personen anzulehnen. Dies führt zu folgender Funktionsweise: einmaliges Bedienen des Knopfes löst die Sprachausgabe zur Funktionserklärung aus z.B. „An und Aus“. Zweifaches Bedienen löst die Aktion aus, in diesem Fall wird das Gerät an oder ausgeschaltet. Ihrer Meinung nach wird das Anbringen von Braille durch diese Lösung überflüssig.


 Abb.68: Alternative Anordnung der Bildkarten
Quelle: eigene Darstellung

Spielablauf

Nach dem Einschalten des Gerätes wird das Konzept des Spiels auditiv erläutert. Die Anleitung kann durch den Vorspulenbutton übersprungen werden sollte das Konzept bereits bekannt sein. Das Spiel startet mit dem Intro der Geschichte. Konkrete Fragen fordern den Spieler auf eine Karte zu wählen, um den weiteren Verlauf der Geschichte zu bestimmen. Die lineare Anordnung der Karten wird als übersichtlich und leicht verständlich bewertet. Eine alternative Anordnung in zwei Reihen (siehe Abbildung 68) wurde verworfen, da die Befürchtung besteht, Kinder könnten die Bilder nach Belieben anordnen, was das erfolgreiche Abschließen des Spieles verhindern würde.

Während der Audiowiedergabe werden die ausgewählten Karten beschrieben und auf deren Besonderheiten in der Materialbeschaffenheit aufmerksam gemacht, um den Spieler zum aktiven Tasten zu motivieren. Eine mögliche Legevariante wird durchgespielt. Die Freiheit der eigenen Kartenauswahl sowie die Beschreibung der Karten in der Geschichte überzeugen Frau Schmidt-Hieber. Auch das abschließende Abspielen der gesamten Geschichte ist für sie denkbar und könnte einen Mehrwert bieten. Die Länge der Beispielgeschichte wird als angemessen und altersgerecht empfunden.

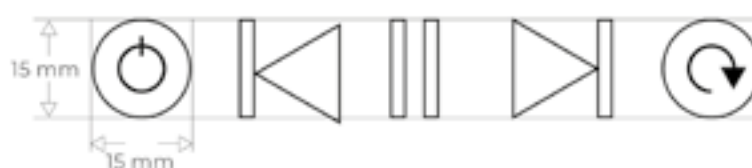


Abb.69: Bediensymbole v.l.n.r. An/Aus, Zurückspulen, Pausieren, Vorspulen, Wiederholen Quelle: eigene Darstellung

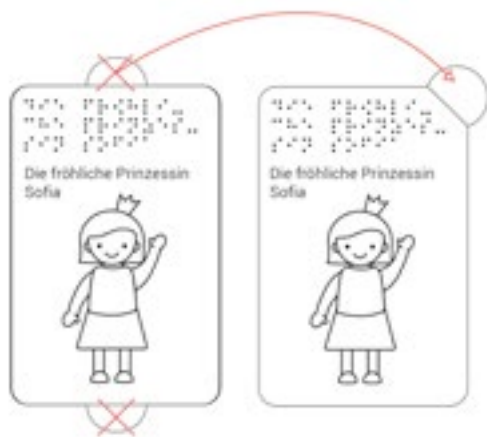


Abb.70: Markierung zur besseren Orientierung
Quelle: eigene Darstellung

Bewertung der Bildkarten

Orientierung

Nach Frau Schmidt-Hiebers Einschätzung sollten alle Motive von den Schülern tastend erkannt werden. Als Tipp rät sie die Karten rechts oben mit einer Ecke zu versehen, um die Ausrichtung der Karte deutlich zu machen. Dies ist eine gängige Praxis, zum Beispiel bei der Verwendung von Arbeitsblättern. Wie in Abbildung 68 zu sehen wurden zur Umsetzung dieses Vorschlags die sich oberhalb und unterhalb der Karte befindenden Aussparungen zum besseren entnehmen der Karten auf dem Board entfernt und durch eine Aussparung rechts oben ersetzt.

Verbesserung der Schrift

Bei der Brailleschrift wurde in den Entwürfen eine Vollschrift gewählt. Dies bedeutet, dass jeder Buchstabe durch ein entsprechendes Braillezeichen repräsentiert wird. Im Test wurde jedoch angemerkt, dass Kinder direkt eine Kurzschrift (siehe „Die Brailleschrift“) erlernen, daher ist es ratsam die Karten mit dieser Brailleschrift zu versehen. Des Weiteren sollte die Groß- und Kleinschreibung eingehalten werden. Die Brailleschrift auf den Karten „Weltraumtaxi“, „Teebeutel“ und „Telefon“ (siehe Abbildung 69) ist zu klein und kann allerhöchstens von sehr erfahrenen Braillelesern erfasst werden. Die Schwarzschrift sollte serifenlos sein und eine Mindestgröße von 14pt aufweisen.

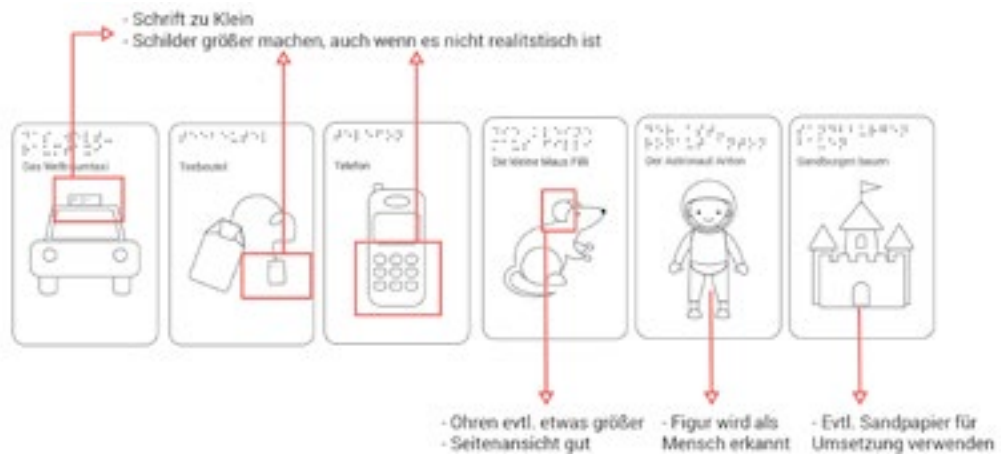


Abb.71: Weitere Optimierungsvorschläge Quelle: eigene Darstellung

Weitere Anmerkungen

Des Weiteren wurden weitere Vorschläge zur Optimierung zu den Karten „Die kleine Maus Filli“, „der Astronaut Anton“ und „Sandburgen bauen“ gemacht. Die Darstellung der Maus in der Seitenansicht wird als gut befunden. Die Ohren der Maus könnten, da es sich um ein ausschlaggebendes Merkmal handelt, größer gestaltet werden. Die Figur des Menschen wird auf der Karte „der Astronaut Anton“ gut erkannt. Die Idee die Abbildungen mit einer Collagetechnik auf verschiedenen Materialien umzusetzen erscheint altersgerecht und gut. Die Karte „Sandburgen bauen“ könnte eventuell mit Sandpapier gestaltet werden.

Abschließendes Feedback

Generell werden sowohl das Gesamtkonzept als auch die einzelnen Elemente als sehr gut und spannend bewertet. Frau Schmidt-Hieber glaubt, dass das Konzept Kinder zur Interaktion anregt und sie komplett selbstständig mit dem Tool arbeiten können. Durch die zusätzlichen auditiven Beschreibungen eignet sich das Spiel auch für Kinder, die noch nicht richtig lesen können. Die Kartengröße ist sehr gut und auch für grobmotorische Kinder geeignet. Zudem sind viele weitere Einsatzmöglichkeiten vorstellbar, zum Beispiel um Abläufe im Fach Biologie zu verdeutlichen. Da Frau Schmidt-Hieber kein vergleichbares Konzept bekannt ist, würde sie das Spiel gerne erwerben sollte es zu einer Produktion kommen.

Zweiter Prototyp

Technik

Alle Karten wurden mit einem RFID-Aufkleber auf der Rückseite versehen. In einer Zusatzbox befindet sich die restliche Technik. Die Basis der Technik sowie des dazugehörigen Quellcodes basieren auf dem Projekt TonUINO von Thorsten Voß, siehe Abbildung 74. Der Code wurde modifiziert, um die spezifischen Anforderungen des Prototypen zu erfüllen. Neben einem Arduino Nano, wurden ein DFPlayer Mini MP3-Modull, ein RFID-Reader, 3 Bedienknöpfe und ein Lautsprecher verwendet.

Beim Arduino Nano handelt es sich um einen Mikrocontroller. „Mikrocontroller sind leistungsfähige, kompakte, programmierbare Rechnersysteme. Diese enthalten einen Prozessor und alle benötigten Bausteine wie Speicher, Zeitgeber, digitale / analoge Ein- und Ausgabegeräte (...).“ (47) Der in diesem Projekt verwendete Mikrocontroller wurde entwickelt durch die Plattform Arduino. Das Unternehmen bietet Software und Hardware und damit die zwei wichtigsten Komponenten für Physical Computing. „Physical Computing ist die Verbindung von physischen Systemen mit Software und Hardware zu einem interaktiven Ganzen.“ (48 S. 31) Auch tactilio nutzt dieses System, um eine Mensch-Maschine-Interaktion zu ermöglichen.

Das Set-Up wurde für den Test auf einem Breadboard aufgebaut, siehe Abbildungen 75 bis 76. Außerdem wurde die Technik für das Testing über eine Powerbank betrieben.

Der RFID-Reader befindet sich direkt unter dem Deckel der Box, sodass er darauf reagieren kann, wenn eine Karte mit RFID-Aufkleber daraufgelegt wird und die Sprachausgabe abspielt. Der RFID-Reader ruft Daten ab, indem er ein elektromagnetisches Wechselfeld aufbaut und so Strom durch den jeweiligen Transponder, in diesem Fall den RFID-Aufkleber, leitet (49). Ist die Karte noch unbekannt, kann ihr über die Knöpfe das richtige Label zugewiesen werden.

Der DFPlayer verfügt über einen SD-Karten Slot. Auf der SD-Karte befinden sich die zuvor aufgenommenen Geschichtssequenzen. Da sich die Karten aufeinander beziehen mussten eine Vielzahl von Audiodateien aufgenommen werden. Außerdem mussten Veränderungen am Programmcode vorgenommen werden. Das Programm zählt nun mit, an welcher Stelle auf dem Spielbrett sich die Geschichte befindet, dementsprechend ist bekannt, wann welche Audioausgabe erfolgen muss.

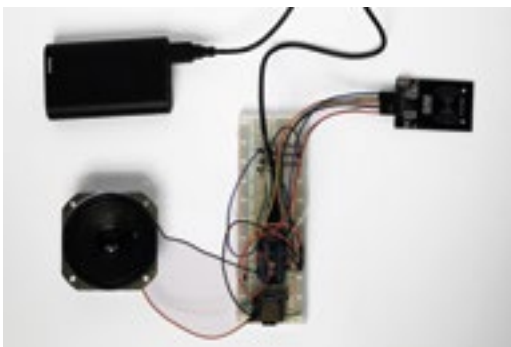


Abb.72: Übersicht Technik
Quelle: eigene Darstellung

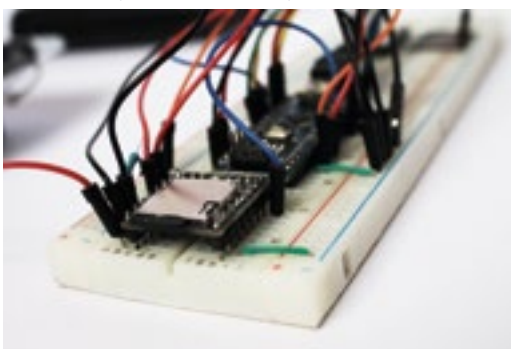


Abb.73: Detailaufnahme MP3 DFPlayer
Quelle: eigene Darstellung



Abb.74: Technik in Box
Quelle: eigene Darstellung

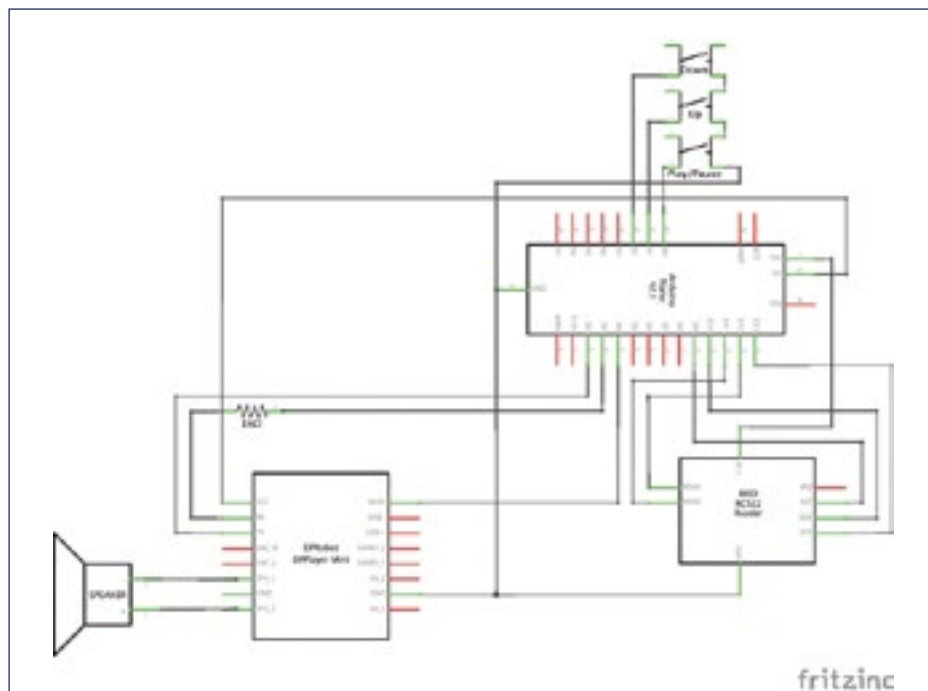


Abb.75: Schaltplan TonUINO Quelle: voss.earth



Abb.76: Kartenübersicht Quelle: eigene Darstellung

Die Spielkarten

Die zwölf Spielkarten wurden mit einer Braillebeschriftung versehen. Es handelt sich dabei um eine durchsichtige Klebefolie, in welche die Braillepunkte mittels eines Brailledruckers hereingedrückt wurden. Darüber befindet sich der gleiche Text in Schwarzschrift (siehe Abbildung 73). Als Schriftart wurde die Roboto in Schriftgröße 18 pt ausgewählt. Die Roboto, entwickelt von Christian Robertson, ist eine serifenlose Linear-Antiqua. Dies bedeutet, dass „die Buchstaben keine oder nur unwesentliche Strichstärkenunterschiede aufweisen.“ (49) Sie wirkt konstruiert und dadurch recht klar. Dadurch ist sie gut leserlich.

Die rechte obere Ecke aller Karten fehlt, um ihre Ausrichtung zu kennzeichnen. Die Motivelemente wurden ebenfalls mit einem Lasercutter ausgeschnitten und manuell in unterschiedlichen Höhen zusammengesetzt. Dabei wurde Rücksicht darauf genommen möglichst Materialien mit unterschiedlichen Texturbeschaffenheiten nebeneinander zu platzieren um einen möglichst großen haptischen Kontrast hervorzurufen.



Abb.77: Detailansicht Karte Quelle: eigene Darstellung



Abb.78: Detailansicht Höhenunterschiede der Elemente
Quelle: eigene Darstellung

Versuchsaufbau

In Abbildung 70 wird ein Überblick über das Testingszenario gegeben. Es handelt sich um die Karteikartenbox mit 12 Spielkarten (siehe Abbildung 73), das Spielbrett und eine weitere Box, welche die Technik beinhaltet. Diese drei Komponenten wurden aus 3 mm dicken mitteldichten Holzfasern (kurz MDF) mit einem Lasercutter ausgeschnitten. Die Karteikartenbox verfügt über 4 Fächer, diese wurden ebenfalls mit den Kategoriebezeichnungen in Braille und Schwarzschrift versehen (siehe Abbildung 78).



Abb.79: Überblick Versuchsaufbau Quelle: eigene Darstellung



Abb.80: Detailaufnahme Kartenbox mit Spielkarten und Technikbox
Quelle: eigene Darstellung



Abb.81: Spielkarten
Quelle: eigene Darstellung



Abb.82: Detailansicht Höhenunterschiede der Elemente
Quelle: eigene Darstellung

Abb.83: Spielbrett mit Spielkarten Quelle: eigene Darstellung



7

Nutzertest

Auswertung der Tests
Finales Fazit

Auswertung Testperson 1

Testperson Nummer eins ist ein Schüler der Zeune-Schule Berlin. Er besucht die zweite Klasse und ist von Geburt an blind.



Abb.84: Testperson 1 beim Befühlen der Motive
Quelle: eigene Darstellung



Abb.85: Ansicht der abgelegten Karten auf dem Spielbrett
Quelle: eigene Darstellung

Fühlend macht er sich einen Überblick über das Testszenario. Die Braillebeschriftung auf den Karten zu lesen fällt ihm schwer, da er noch nicht vertraut ist mit der gewählten Kurzschrift. Dennoch kann er sich die Motive der Karten ableiten.

Die Geschichte wird gestartet. Obwohl wir uns zu zweit in einem geschlossenen Raum befinden, ist die benachbarte Klasse recht laut, sodass der Ton etwas leise ist. Er ist sehr neugierig und möchte wissen, wie die Technik funktioniert: **„Ist das ein Computer? Ist das deine Stimme?“** Die Testperson scheint zunächst dem Inhalt folgen zu können. Er legt eine Karte ab und hört sich den nächsten Teil der Geschichte an.

Während der Sprachausgabe bleiben seine Hände auf der Karte und befühlen das Motiv. Anschließend legt er die Karte auf das Spielbrett, jedoch nicht wie vorgesehen in linearer Reihenfolge, sondern wie es gerade passt. Auch falsche Karten werden dort abgelegt und nicht wieder in die Karteibox einsortiert. Teilweise auch auf dem Kopf stehend. Ist sich die Testperson nicht sicher, welche Karte ausgewählt werden soll, werden die Karten der Reihenfolge nach durchprobiert, dabei ist er sehr geduldig und gespannt, was als nächstes passiert. Die Anzahl der Karten scheint zu überfordern, der Überblick ist schnell verloren und Karten fallen zu Boden. Weiß die Testperson, welche Karte richtig ist, sucht es zielstrebig die passende und legt sie stolz auf die Box.

Feedback

In der Feedbackrunde sollten die Kinder mithilfe fünf flauschiger Bälle das Spiel nach Schwierigkeitsgrad und Spaßfaktor bewerten. Des Weiteren sollte eingeschätzt werden, ob die Geschichte inhaltlich langweilig oder spannend ist. Zum Schluss wurde erfragt, wie gut die Motive der Karten erkannt wurden.

Während dem Feedbackgespräch wurde deutlich, dass der Testperson nicht ganz klar ist, dass es sich um eine zusammenhängende Geschichte handelte **„Worum ging es in der Geschichte?“**, bewertet wurde das Spiel jedoch als **„super einfach“**. Bemängelt wurde, dass die Schrift schwer zu lesen ist. Gerne würde die Testperson das Spiel erneut spielen, da es nach eigenen Angaben viel Spaß gemacht hat. Generell bestand ein großes Interesse daran die Grenzen der Technik auszutesten und die Karten zu befühlen.

- + Motive werden intensiv befühlt
- + Spaß an Technik
- + Erfolgserlebnisse
- Kein Überblick über Karten
- Schrift ist zu schwer zu lesen
- Inhaltliche Verständnisprobleme
- Einordnen der Karten erfolgt wahllos und auch auf dem Kopf



Abb.86: Ratingmethode
Bälle Quelle: eigene
Darstellung

Spiel					
schwer	●	●	●	●	einfach
kein Spaß	●	●	●	●	viel Spaß
Geschichte					
langweilig	?			spannend	
Karten					
zu schwer	○	○	○	○	gut erkannt

Abb.87: Rating Testperson 1
Quelle: eigene
Darstellung

Auswertung Testperson 2

Testperson Nummer zwei ist eine Schülerin der Zeune-Schule Berlin. Auch sie besucht die zweite Klasse, ist stark sehbehindert, verfügt allerdings noch über einen Sehrest.



Abb.88: Aufnahme während dem Testing mit Testperson 2 Quelle: eigene Darstellung

Da sie noch über einen Sehrest verfügt versucht sie diesen auch einzusetzen, indem sie so nah wie möglich mit den Augen an das Motiv herangeht. So kann sie sowohl die Motive als auch die Schwarzschrift erkennen.

Die Motive werden auch befühlt, jedoch nicht in derselben Intensität wie bei Testperson Nummer eins. Im Gegensatz zu Testperson eins ist sie sehr ungeduldig. Passt ein Motiv nicht, schüttelt sie die Karten wütend. Einige Karten gehen zu Bruch. **„Ich raste gleich aus“ „Mist passt nicht.“** Dennoch verliert sie nicht den Mut neue Karten auszuprobieren und weiterzumachen. **„Ahja, das hab‘ ich noch nicht probiert. Vielleicht passt das... mal probieren.“** Legt das Mädchen die richtige Karte freut sie sich sehr. **„Es klappt! Es klappt!“**

Am Ende des Tests liegen alle Karten Kreuz und Quer auf dem Tisch, auch sie hat den Überblick verloren. Ausprobierte Karten wurden weder zurück in die Box eingeordnet, noch auf das Spielbrett. Als Feedback bewertet sie das Spiel als **„ein bisschen schwer“**, betont dennoch, dass die Geschichte spannend war und die Karten gut zu erkennen sind. **„Danke das war richtig schön!“**

- + Motive werden erkannt
- + Spaß an Technik
- + Erfolgserlebnisse
- Kein Überblick über Karten
- Inhaltliche Verständnisprobleme
- Einordnen der Karten erfolgt nicht



Abb.89: Rating Testperson 2
Quelle: eigene Darstellung

Auswertung Klasse 3B

Die 3. Klasse der Zeune Schule Berlin besuchen 6 Kinder (2 Mädchen und 4 Jungs) mit unterschiedlichen Sehbehinderungen (ein Kind ist vollblind, die restlichen Kinder sind stark sehbehindert). Alter zwischen 9 bis 10 Jahren. Auf Vorschlag der Lehrerin wurde das im folgenden beschriebene Setting ausgearbeitet. Alle Kinder, inklusive der Lehrerin, sitzen um einen runden Tisch, das Testing wird in der Mitte aufgebaut.



Abb.90: Zeichnung des Versuchsaufbaus eines Schülers Quelle: eigene Darstellung

Nach einer kurzen Vorstellungsrunde übernimmt die Lehrerin die Leitung des Spiels. Sie veranlasst, dass alle Karten zunächst im Kreis herumgegeben werden. Die Motive der Karten werden erkannt.

„Schönes Glitzergold“ „Ist das ein echter Teebeutel?“ **„Die Maus Filli - Wie süß!“** „Cooler Auto.“ Ein Kind beginnt mit den Karten zu spielen und denkt sich eine kleine Geschichte aus. **„Der Astronaut betritt die Rakete und wuschhhh!“**

Gemeinsam ordnen die Kinder die Karten in die Kategoriefelder der Karteibox ein. Die Geschichte wird gestartet. Sobald der Ton angeht, sind alle Kinder leise und hören gespannt zu.

Der erste Abschnitt endet mit der Frage. Die Kinder rufen spontane, assoziative Antworten rein. Nur zwei der sechs Kinder haben verstanden, dass nach einer passenden Motivkarte gesucht wird und machen dementsprechend Vorschläge. Alle Kinder möchten ausprobieren, Karten auf die Box zu legen und machen Kartenvorschläge. Die Motive sind gut im Gedächtnis geblieben.

Zwei Kinder werden zu Spielführern bestimmt, dennoch dürfen weiterhin alle Kinder Karten vorschlagen. Die Spielführer treffen die endgültige Entscheidung über die Auswahl der Karte. Ein(e) SpielführerIn zieht die Karte aus der Box und übergibt sie SpielführerIn Nummer zwei, welche(r) die Karte auf die Box legt. Ein drittes Kind

legt benutzte richtige Karten auf das Spielbrett, falsche Karten werden zurück in die Box sortiert. Die Kinder lachen viel und sind sehr motiviert. Sie arbeiten im Team und diskutieren viel.

„Aber Autos können nicht fliegen.“ „Aber es ist doch ein Weltraumtaxi.“

Nach Beendigung der Geschichte wird ein neues Entscheidungsteam gewählt. Ihnen ist aufgefallen, dass Karten übrigbleiben und schlussfolgern, dass es noch mehr Möglichkeiten gibt die Geschichte zusammenzubauen. Interessanterweise entscheiden sich die Kinder für die gleichen Karten, sogar in der gleichen Reihenfolge. Die Lehrerin versucht sogar die Kinder dazu zu motivieren eine andere Konstellation zu wählen, doch die Kinder bleiben dabei.

Auch bei diesem Durchgang gibt es eine klare Teamaufteilung: Kartenausucher, Kartenleger und Karteneinsortierer.

Die Kinder sind sehr geduldig und reagieren bei Technikfehlern verständnisvoll. „Das Problem hatte ich mit meinem Nintendo auch schon.“

Auch sie sind alle sehr neugierig und öffnen die Box, um herauszufinden, wie die Technik funktioniert. Alle Komponenten werden stark in Anspruch genommen, sodass die Technik immer mehr Fehler macht.

Feedbackrunde Kinder

Allen Kindern haben die Spielkarten gut gefallen. Viele Kinder haben bereits Lieblingskarten.

Ein Kind fand sogar die Kartenbeschau zu Beginn des Tests „am allerbesten“. Ein anderes Kind gefiel das Warten und Zuhören bis zur nächsten Aktion besonders gut. **„Taxi ist meine Lieblingskarte. Leider konnte ich mir unter den Scheinwerfern nichts vorstellen, aber ich kann mir vorstellen, wie es sich anhört.“** **„Ich mochte am Liebsten die Geschichte mit der Maus.“**

Viele Kinder erzählen von ihren Lieblingskarten oder Abschnitten aus der Geschichte, die ihnen gefallen haben. Gut kam auch an, dass aktiv etwas ausprobiert werden konnte.

Abschließend möchten die Kinder Bilder von den Charakteren aus der Geschichte zeichnen. **„Ich male das fliegende Auto!“** **„Ich auch!“** Ein Kind zeichnet das Testing, viele Kinder entscheiden sich dafür das Auto oder das Telefon zu zeichnen. Ein blinder Schüler zeichnet auf eine taktile Spezialfolie das Motiv „das fliegende Weltraumtaxi“ aus dem Gedächtnis nach, siehe Abbildung 85.

- + aktives Ausprobieren
- + Spaß
- + Karten werden befühlt
- + alle Elemente werden genutzt
- + Teamwork
- RFID-Reader reagiert nicht mehr auf die Tags aufgrund des Umgangs mit den Karten

Feedback Lehrerin:

Die Lehrerin bewertet das Spiel sehr positiv und glaubt, dass es sich um eine tolle Beschäftigungs-idee handelt. Besonders gefällt ihr, dass die Kinder selbst aktiv sind und zum Handeln angeregt werden. Die Karte „Sandburgen bauen“ findet sie besonders gut umgesetzt. Schade findet sie, dass der Ton sehr leise ist, da sie auch einige SchülerInnen mit schlechtem Gehör unterrichtet.

Auch der Inhalt der Geschichte ist passend, da die Kinder zuvor das Thema Planeten im Sachkundeunterricht behandelt haben. Schön fände sie es, wenn den Kindern mehr Möglichkeiten geboten würden, um sich eigene Geschichten auszudenken.

- + Aktive Mitarbeit aller Kinder
- + Motivkarten
- + Inhalt der Geschichte
- + Spaß
- + Schnelles Verständnis der Abläufe
- Technikaussetzer
- Kinder wird wenig Raum gelassen selbst Geschichten auszudenken.



Abb.91: Blinder Schüler zeichnet die Karte „Das Weltraumtaxi“ taktile nach
Quelle: eigene Darstellung



Abb.92: Zeichnung der Spielkarten
Quelle: eigene Darstellung

Finales Fazit

Die Technik löste eine Faszination bei den Testpersonen aus. Neugierig wurde versucht die Box zu öffnen, um die Kabel anzufassen. Außerdem wurden die Grenzen des Prototyps getestet, indem z.B. alle Karten durchprobiert wurden. Wurde nach einer konkreten Karte gefragt und die Kinder konnten die Aufgabe lesen, stellte sich ein Erfolgserlebnis ein.

Die Abbildungen der Motivkarten wurden von den blinden als auch den stark sehbehinderten Kindern mit großem Interesse befühlt und positiv wahrgenommen. Auch nach dem Test setzten sie sich mit den Inhalten der Geschichte auseinander. Frustrationen stellten sich bei Testperson 1 und 2 ein, weil der Überblick über die Karten verloren ging. Das Spielbrett wurde von Testperson 1 zwar genutzt, jedoch wurden die Karten teilweise über Kopf eingeordnet. Eine Lösung, die es ermöglicht die Karten ausschließlich hochkant anzuordnen könnte demnach hilfreich sein.

Karten, die weder in die Karteibox zurück noch auf dem Spielbrett einsortiert wurden, fielen oft vom Tisch. Dies hatte zur Folge, dass Motive kaputtgingen und die RFID-Aufkleber nicht mehr reagierten. Die Karten mit einer rutschfesten Unterseite zu versehen wäre eine Möglichkeit. Auch denkbar wäre es, die Karten etwas kleiner zu gestalten. Hierzu müssten weitere Tests durchgeführt werden, damit das haptische Erlebnis weiterhin gewährleistet werden kann. Auf technischer Ebene ist es ratsam die RFID-Tags direkt in die Karte zu integrieren.

Blinde Kinder hatten im Vergleich zu ihren stark sehbehinderten Mitschülern mehr Probleme die Schrift zu lesen und brauchten länger, um die Motive zu erkennen. Hilfreich könnte es für diese Kinder sein, dass bei Ablage der Karten zuerst der Kartentitel abgespielt wird, bevor die Erzählung beginnt. Des Weiteren handelt alle Kinder selbstständig und selbstbewusst. Bis auf Testperson 1 konnten alle dem Inhalt der Geschichte folgen und lauschten dieser aufmerksam.

Die Expertenmeinung der Lehrerin belegte, dass sowohl die Gestaltung der Motive als auch die inhaltlichen Aspekte gut auf die Bedürfnisse der Zielgruppe abgestimmt sind. Ihr Wunsch, mehr kreative Freiräume für die Kinder zu schaffen, sollte in einer nächsten Iterationsphase berücksichtigt werden.

Die Lehrerin bewertet das Spiel sehr positiv und glaubt, dass es sich um eine tolle Beschäftigungsidee handelt. Besonders gefällt ihr, dass die Kinder selbst aktiv sind und zum Handeln angeregt werden. Die Karte „Sandburgen bauen“ findet sie besonders gut umgesetzt. Schade findet sie, dass der Ton sehr leise ist, da sie auch einige SchülerInnen mit schlechtem Gehör unterrichtet.

Auch der Inhalt der Geschichte ist passend, da die Kinder zuvor das Thema Planeten im Sachkundeunterricht behandelt haben. Schön fände sie es, wenn den Kindern mehr Möglichkeiten geboten würden, um sich eigene Geschichten auszudenken.

8

Ausblick

Ausblick und Entwicklungspotential

Um das Spielbrett transportabler zu machen ist es denkbar andere Materialien für die Umsetzung auszuwählen. Eine rutschfeste Matte, welche entsprechende RFID-Reader beinhaltet, könnte beispielsweise zusammengerollt werden. Neben weiteren Materialtests bieten sich noch zahlreiche Möglichkeiten Größenverhältnisse und Bedienungsabläufe in Zusammenarbeit mit der Zielgruppe durchzuführen.

Für die Zukunft könnten weitere Einsatzmöglichkeiten für das Konzept angedacht werden.

Ein Angebot an weiteren Kartensets eröffnet eine Vielzahl praktischer und inhaltlicher Möglichkeiten. Im Schulkontext könnten Unterrichtsinhalte wie Abläufe in der Biologie veranschaulicht werden. Die Abstraktionsgrade der Motive können dabei an die Themen, die Altersstufe oder an die Fähigkeiten der Nutzenden entsprechend angepasst werden.

Selbst ausgedachte Inhalte könnten in einer Cloud gespeichert werden und über das Board abgerufen werden. Auf diese Weise könnten die Karten auf vielfältigere und kreative Weise genutzt werden. So ist es denkbar, dass auch die Kinder selbst kreativ werden und über das Internet mittels des Spielbretts miteinander kommunizieren, sich Geschichten erzählen oder zusammen Spiele spielen.

Mit der Entwicklung von tactilio konnte gezeigt werden, dass die Kombination aus haptischem und akustischem Informationsübertrag, angewendet auf ein Lernspiel in Form einer interaktiven Geschichte, einen echten Mehrwert für blinde und stark sehbehinderte Schüler bieten kann. Durch den Einsatz taktiler als auch visuell erfassbarer Elemente wurde zudem ein Lernspiel geschaffen, dass sich durch seinen inklusiven Ansatz auszeichnet und großes Potential zur Weiterentwicklung und individuellen Adaption bietet.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bedanken bei Prof. Dominik Schumacher und Dr. Michael Minge, die meine Masterarbeit betreut haben, für die hilfreichen Anregungen und konstruktive Kritik.

Besonderer Dank geht an Frau Schmidt-Hieber, deren Hilfsbereitschaft und Expertise die Entwicklung des Prototyps entscheidend beeinflusst haben. Weiterer Dank geht an Herrn Wegener für die Organisation zahlreicher Hospitationen und an die freundliche Unterstützung des Medienzentrums der Johann-Peter Schäfer Schule durch Herrn Bashayan und Herrn Streffing.

Außerdem möchte ich mich herzlich bei den Testpersonen der zweiten und dritten Klasse der Zeune Schule Berlin bedanken, die am Prototypentest mit viel Geduld und Interesse teilgenommen haben.

Ebenfalls möchte ich mich bei meinen Freunden, insbesondere Jendrik Silomon und Judith Schneider, bedanken, die mir mit viel Geduld, Interesse und Hilfsbereitschaft zur Seite standen.

Abschließend möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mir mein Studium durch ihre Unterstützung ermöglicht haben.

Eigenständigkeitserklärung

Ich versichere, die vorliegende Arbeit selbstständig ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt zu haben. Die aus anderen Werken wörtlich entnommenen Stellen oder dem Sinn nachentlehnten Passagen sind durch Quellenangaben eindeutig kenntlich gemacht.

(Ort, Datum)

(Unterschrift)

Quellen

1. Käsmann-Kellner. Kindliche Sehbehinderung und Blindheit - damals und heute. s.l. : blind-sehbehindert 125 (2), 2005.
2. kinderrechtskonvention.info. URL: <https://www.kinderrechtskonvention.info/erklaerung-der-rechte-des-kindes-vom-20-november-1959-3347/>. Zugriff: 26. 06 2019
3. Hofer, Ursula. [Buchverf.] Hofer, Beyer Lang. Didaktik des Unterrichts mit blinden und hochgradig sehbehinderten Schülerinnen und Schülern. s.l. : Kohlhammer Verlag, 2016.
4. Rath, W. Sehbehinderung und Blindheit. Klinkhardt, Bas Heilbrunn : In:Hansen, G., Stein. (Hrsg.): Sonderpädagogik konkret. , 1997.
5. brillen-sehhilfen.de. URL: <https://www.brillen-sehhilfen.de/sehtest/sehtest-landoltringe.php>. Zugriff: 24. 06 2019.
6. Lang, et al. Augenheilkunde. Verstehen- Lernen-Anwenden. 2004.
7. Rath, W. Sehbehindertenpädagogik. Stuttgart : Kohlhammer, 1987.
8. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der BRD. 1983.
9. spektrum.de. URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/rindenblindheit/11109>. Zugriff: 16. 06 2019.
10. Sulzbach, Augenklinik. Augenklinik Sulzbach.. URL: <https://www.augenklinik-sulzbach.de/behandlungsspektrum/kinder-spezialsprechstunde/kindliche-katarakt>. Zugriff: 01. 06 2019
11. Krug, Franz-K. Didaktik für den Unterricht mit sehbehinderten Schülern. 2001.
12. test.de. URL: <https://www.test.de/Gruener-Star-Glaukom-und-Frueherkennung-1680763-0/>. Zugriff: 24. 06 2019.
13. pro-retina.de. URL: <https://www.pro-retina.de/simulation/retinitis-pigmentosa>. Zugriff: 16. 06 2019.
14. Statistisches Bundesamt (Destatis). Statistik der schwerbehinderten Menschen. 2018.
15. dbsv.org/. [Online] 24. 06 2019. <https://www.dbsv.org/zahlen-fakten.html>.
16. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder. Sonderpädagogische Förderung in Schulen. abgerufen 24.03.2019. URL: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Statistik/Dokumentationen/Dok_210_SoPae_2014.pdf. Zugriff: 24. 03 2019.
17. Bertram, Prof. Bernd. Blindheit und Sehbehinderung in Deutschland: Ursachen und Häufigkeiten. „Der Augenarzt“, 39. Jahrgang, 6. Heft : s.n., 2005.
18. Praetor Intermedia UG. behindertenrechtskonvention.info/ Abgerufen von 23.09.2018. URL: <https://www.behindertenrechtskonvention.info/inklusion-3693/>. Zugriff: 23. 09 2018.
19. duden.de. URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/taktil>. Zugriff: 20. 05 2019.
20. Barraga, N. C., & Erin, J. N. Visual handicaps and learning. Austin, TX. : s.n., 1992.
21. Brambring, M. Sprachentwicklung blinder Kinder. Psycholinguistik. Ein internationales Handbuch. 2003.
22. Brailleschriftkommission der deutschsprachigen Länder. Teil 1: Das System der deutschen Blindenschrift. 2015.
23. Zwingli, Alexander Wyssmann und Annelies. Befragung zur Nutzung von Brailleschrift und Technologien im Rahmen des Forschungsprojekts „Zukunft der Brailleschrift“ (ZuBra). 2015.
24. Die Förderung der Lesegeschwindigkeit bei blinden und sehbehinderten Jugendlichen und jungen Erwachsenen. Denninghaus, E. 1996, blind-sehbehindert 116 (2), S. 95f.
25. uni-protokolle.de URL.: <http://www.uni-protokolle.de/Lexikon/Schwarzschrift.html>. Zugriff: 24. 06 2019.
26. duden.de. UR: <https://www.duden.de/node/679406/revisions/1994051/view>. Zugriff: 28. 01 2019.
27. Kiphard, E.J. Motopädagogik. Modernes Lernen. Dortmund : s.n., 1997.
28. Balgo, Rolf. Bewegung und Wahrnehmung als System – Systemisch-Konstruktivistische Positionen in der Psychomotorik. Reihe Motorik Band 21. Schorndorf : s.n., 1998.
29. Lang, Markus. [Buchverf.] Hofer, Beyer Lang. Didaktik des Unterrichts mit blinden und hochgradig sehbehinderten Schülerinnen und Schülern. s.l. : Kohlhammer, 2016.
30. Dr. Grunwald, Martin. Homo Hapticus. 2017.
31. Fricke, J. Vergleich zwischen real en und virtuellen Graphikdisplays. Tagungsband; Taktile Medien. Kolloquium über tastbare Abbildungen für Blinde, Dresden : Laufenberg, W., Lotzsch, J. (Hrsg.) , 1995, S. 55-61.
32. Herrmann, U. Neurodidaktik. Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen. Weinheim und Basel : s.n., 2006.
33. Beyer, Friederike. [Buchverf.] Hofer, Beyer Lang. Didaktik des Unterrichts mit blinden und hochgradig sehbehinderten Schülerinnen und Schülern. s.l. : Kohlhammer, 2016.
34. Online Lexikon für Psychologie und Pädagogik. Online Lexikon für Psychologie und Pädagogik. URL: <https://lexikon.stangl.eu/14919/multisensorische-lerntheorie/>. Zugriff: 20. 05 2019.

35. dbstv.org. URL: <https://www.dbsv.org/kriterien-fuer-gute-tastbuecher.html>. Zugriff: 20. 05 2019.
36. Bhvd..de. URL: <http://www.bhvd.de/produkte/schwellpapier/zytex2-a3/index.html>. Zugriff: 01. 06 2019.
37. Bibliothek der Blindenschule Zollikofen. URL: <https://www.blindenschule.ch/ludothek/>. Zugriff: 12.03.2019
38. fjorre.de. URL: <https://www.fjorre.de/post/147840470643/lediglich-der-anfang-und-das-ende-der-geschichte>. Zugriff: 17. 06 2019.
39. behance.net. URL: <https://www.behance.net/gallery/30101433/Tactile-Picture-Book-for-Blind-Children>. Zugriff: 21. 06 2019.
40. goedekennis.dedicon.nl/. URL: <https://goedekennis.dedicon.nl/tips/vrij-lezen/nieuwe-serie-voelboek-jes-voor-jonge-braillelezers>. Zugriff: 17. 06 2019.
41. anderes-sehen.de. URL: <https://www.anderes-sehen.de/buecher/tullet-herve-herve-und-ich/>. Zugriff: 21. 06 2019.
42. nngroup.com. URL: <https://www.nngroup.com/articles/ux-mapping-cheat-sheet/>. Zugriff: 18. 06 2019.
43. interaction-design.org/. URL <https://www.interaction-design.org/literature/article/personas-why-and-how-you-should-use-them>. Zugriff: 18. 06 2019.
44. Wikipedia.de. Seite „Mind-Map“. URL: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Mind-Map&oldid=184029154>. Zugriff: 18. 06 2019.
45. Veld, Dorine in ,t. <http://goedekennis.nl>. URL: <http://goedekennis.nl/schoolboeken/voelbaretekeningen/van-2d-naar-3d-het-principe>. Zugriff: 16. 06 2019.
46. theuxreview.co.uk. URL: <https://theuxreview.co.uk/user-journeys-beginners-guide/>. Zugriff: 19. 06 2019.
47. einsteiger.myavr.de. URL: <http://einsteiger.myavr.de/index.php?id=5>. Zugriff: 25. 06 2019
48. Odendahl M., Finn J., Wegener A. Arduino - Physical Computing für Bastler, Designer und Geeks. s.l. : O'Reilly Verlag GmbH, 2010.
49. wikipedia.de. URL: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Linear-Antiqua&oldid=123794083>. Zugriff: 19. 06 2019.
50. uni-protokolle.de. URL: <http://www.uni-protokolle.de/Lexikon/Schwarzschrift.html>. Zugriff: 24. 06 2019

Abbildung

- S.7 **Abb.1:** Londoltringe Quelle: brillen-sehhilfen.de URL: <https://www.brillen-sehhilfen.de/sehtest/images/sehtest-landolt-ringen.jpg> Zugriff: 19.02.2019
Abb.2: Graphische Darstellung der Einteilung von Funktionseinschränkungen des Sehens
 Quelle: Rath 1987, 19 URL: <https://www.afs-os.de/images/stories/sehschaedigungen.jpg> Zugriff: 1.06.2019
- S.8 **Abb.3:** Sehnervenkreuzung Quelle:zhdk.ch URL: https://blog.zhdk.ch/wahrnehmung/files/2015/03/K38_Sehbahn.jpg Zugriff: 26.06.2019
- S.9 **Abb.4:** Gesichtsfeldeinschränkungen Quelle: eigene Darstellung
Abb.5: Getrübte Sicht Quelle: eigene Darstellung
Abb.6: dunkle Flecken grüner Star Quelle: eigene Darstellung
Abb.7: Tunnelblick Quelle: eigene Darstellung
- S.10 **Abb.8:** Altersgruppen blinder und sehbehinderter Menschen mit Schwerbehindertenausweis 2017 in Deutschland Quelle: Destatis 2018, eigene Darstellung
- S.12 **Abb.9:** Grundform einer „Braille-Zelle“ Quelle: br.de 15 URL:https://www.br.de/themen/wissen/braille-brailleschrift-blindenschrift-102~_v-img__16__9__xl_-d31c35f8186eb80b0cd843a7c267a0e0c81647.jpg?version=10c37 Zugriff: 01.06.2019
- S.15 **Abb.10:** Abstraktionsgrade vom realen Objekt zur taktilen Grafik Quelle: eigene Darstellung
- S.17 **Abb.11:** Schwellpapiergrafik Quelle: dzb.de URL: <https://www.dzb.de/img/verkauf/minipocket/schwellpapier.jpg> Quelle: 01.06.2019
Abb.12: Plastikreliefbild, hergestellt im Thermoforming-Verfahren Quelle: dzb.de URL: <https://www.dzb.de/img/verkauf/relief/maulwurf/hasen.jpg> Zugriff: 1.06.2019
- S.19 **Abb.13:** Inhalte taktiler Kinderbücher Quelle: eigene Darstellung
- S.20 **Abb.14:** „Fjorre“ von Rebecca Kopiecki und Ann-Marie Groß Quelle: rebeccakopiecki.de URL: https://66.media.tumblr.com/5c0807bf81efe2849a104598dc09aae4/tumblr_oasaikXv3y1v36ymqo5_1280.jpg Zugriff:12.03.2019
Abb.15: „Wondrous World“ von Zrinka Horvat Quelle: behance.net URL: https://mir-s3-cdn-cf.behance.net/project_modules/max_1200/95972f30101433.5613a39a6c94a.jpg Zugriff: 12.03.2019
Abb.16: Buch von Ann M. Conefrey und Vincent de Jong Quelle:dedicon.nl URL: https://goedekennis.dedicon.nl/sites/default/files/3D_voorwerp-Voeljeleesboekje.jpg Zugriff: 12.03.2019
Abb.17: „Hervé und ich“ von Hervé Tullet Quelle: anderes-sehen.de URL: https://www.anderes-sehen.de/wp-content/uploads/AS_Herv%C3%A9_761.jpg Zugriff: 12.03.2019
- S.21 **Abb.18:** Unokartenspiel mit Braillelabels Quelle: blindenschule.ch URL: <https://www.jassshop.ch/shop/ProdukteBilder/UNO-Braille-Beschriftung-Vorne-Neu.jpg> Zugriff: 12.03.2019
Abb.19: Adaptiertes Mensch-Ärgere-Dicht-Nicht Quelle:blindenschule.ch URL:<https://www.blindenschule.ch/wp-content/plugins/wpplugin.lupo/spiele/229.jpg> Zugriff: 12.März 2019
Abb.20: Domino mit Magnetbrett Quelle:blindenschule.ch URL: <https://www.blindenschule.ch/wp-content/plugins/wpplugin.lupo/spiele/14.jpg> Zugriff: 12.März 2019
- S.22 **Abb.21:** „Boa Bella“ Quelle: blindenschule.ch URL: <https://www.blindenschule.ch/wp-content/plugins/wpplugin.lupo/spiele/180.jpg> Zugriff: 12.März 2019
Abb.22: Spiel „Mengenkäfer“Quelle: blindenschule.ch URL: <https://www.blindenschule.ch/wp-content/plugins/wpplugin.lupo/spiele/82.jpg> Zugriff: 12.März 2019
Abb.23: Kochen lernen Quelle: blindenschule.ch URL: <https://www.blindenschule.ch/wp-content/plugins/wpplugin.lupo/spiele/375.jpg> Zugriff: 12.März 2019
- S.23 **Abb.24:** Dschungelparty Quelle: blindenschule.ch URL: <https://www.blindenschule.ch/wp-content/plugins/wpplugin.lupo/spiele/258.jpg> Zugriff: 12.März 2019
Abb.25: Toniebox Quelle: gravis.de URL: https://s.gravis.de/p/zl/tonies-starterset-inkl-toniebox-und-kreativ-tonie-hoerfigur-hellblau_z1.jpg Zugriff: 17. Juni 2019
Abb.26: Penfriend Quelle: bhvd.de URL: <http://www.bhvd.de/bilder/penfriend.jpg> Zugriff: 17. Juni 2019
Abb.27: Tiptoi Quelle: ravensburger.de URL: https://www.ravensburger.de/content/wcm/mediadata/images/Entdecken/Ravensburger%20Marken/tiptoi/07-2018_Ravensburger_Marken_tiptoi_Buch_Stage_03_515x515px.png Zugriff: 17. Juni 2019
- S. 25 **Abb.28:** Tableterweiterung Quelle: eigene Darstellung
Abb.29: Geräuschspielzeug Quelle: eigene Darstellung
Abb.30: Topper Quelle: eigene Darstellung
- S.26 **Abb.31:** Nachdem eine Matrize per Hand angefertigt wurde, kann die Karte per Tiefziehverfahren vervielfältigt werden Quelle: blindenschule-friedberg.de URL: https://www.blindenschule-friedberg.de/media/k2/items/cache/7a6fe08027b80ee08bda1ed60d73e334_L.jpg Zugriff: 01.06.2019
Abb.32: Wettrennspiel mit magnetischen Figuren Quelle: Laura Evers
Abb.33: Wettrennspiel mit realen Gegenständen Quelle: Laura Evers

- Abb.34:** Steckkasten zum Erlernen von Braille Quelle: Laura Evers
- Abb.35:** Taktiles Kinderbuch mit Collagetechnik Quelle: Laura Evers
- S.27 **Abb.36:** Taktile Grafik mit Windowcolor Quelle: Laura Evers
- S.28 **Abb.37:** Empathy Map Persona 1 Lina Quelle: eigene Darstellung
- S.29 **Abb.38:** Empathy Map Persona 2 Tom Quelle: eigene Darstellung
- S.29 **Abb.39:** Empathy Map Persona 3 Frau Schneider Quelle: eigene Darstellung
- S.30 **Abb.40:** Lina, 7 Jahre, von Geburt an blind Quelle: Anna Niezabitowska, unsplash.com URL: <https://images.unsplash.com/photo-1532679839948-7ebc758d26b0?ilibrb=1.2.1&ixid=eyJhcnBfaWQiOjEyMDd9&auto=format&fit=crop&w=835&q=80> Zugriff: 18.06.2019
- Abb.41:** Töpfern Quelle: Karen Maes, unsplash.com URL: <https://images.unsplash.com/photo-1499976311613-703e57dd2e53?ilibrb=1.2.1&ixid=eyJhcnBfaWQiOjEyMDd9&auto=format&fit=crop&w=967&q=80> Zugriff: 18.06.2019
- Abb.42:** Bauen mit Klötzen Quelle: Kelly Sikkema, unsplash.com URL: <https://images.unsplash.com/photo-1485783522162-1dbb8ffcb5b?ilibrb=1.2.1&ixid=eyJhcnBfaWQiOjEyMDd9&auto=format&fit=crop&w=1355&q=80> 18.06.2019
- Abb.43:** Brailleschreibmaschine Quelle: brailletec.de URL: https://www.brailletec.de/wp-content/uploads/2018/12/Elotype5_kleine-Datei_e-555x352.jpg Zugriff: 18.06.2019
- S.31 **Abb.44:** Tom, 9 Jahre, stark sehbehindert Quelle: STEMShare NSW, unsplash.com URL: <https://images.unsplash.com/flagged/photo-1560408554-b8a66b741cab?ilibrb=1.2.1&ixid=eyJhcnBfaWQiOjEyMDd9&auto=format&fit=crop&w=1950&q=80> Zugriff: 18.06.2019
- Abb.45:** Spielzeugautos Quelle: Markus Spiske, unsplash.com URL: <https://images.unsplash.com/photo-1531048324985-45ab12882e58?ilibrb=1.2.1&ixid=eyJhcnBfaWQiOjEyMDd9&auto=format&fit=crop&w=1350&q=80> Zugriff: 18.06.2019
- Abb.46:** Schwimmen Quelle: Jay Wennington, unsplash.com URL: <https://images.unsplash.com/photo-1496904985881-e85624a2e7d6?ilibrb=1.2.1&ixid=eyJhcnBfaWQiOjEyMDd9&auto=format&fit=crop&w=1950&q=80> Zugriff: 18.06.2019
- Abb.47:** Lesegerät für Schwarzschrift Quelle: willhaben.at URL: https://cache.willhaben.at/mmo/9/313/060/069_563141540.jpg Zugriff: 18.06.2019
- S.32 **Abb.48:** Frau Schneider, Lehrerin Quelle: Allison Griffith, unsplash.com URL: <https://images.unsplash.com/photo-1517256673644-36ad11246d21?ilibrb=1.2.1&ixid=eyJhcnBfaWQiOjEyMDd9&auto=format&fit=crop&w=634&q=80> Zugriff: 18.06.019
- Abb.49:** Basteln Quelle: Jo Szczepanska, unsplash.com URL: <https://images.unsplash.com/photo-1452860606245-08befc0ff44b?ilibrb=1.2.1&ixid=eyJhcnBfaWQiOjEyMDd9&auto=format&fit=crop&w=1950&q=80> Zugriff: 18.06.2019
- Abb.50:** Im Unterricht Quelle: Nicole Honeywill, unsplash.com URL: <https://images.unsplash.com/photo-1553585986-d299fb228758?ilibrb=1.2.1&ixid=eyJhcnBfaWQiOjEyMDd9&auto=format&fit=crop&w=1350&q=80> Zugriff: 18.06.2019
- Abb.51:** Zeitmangel Quelle: jaelynn Castillo, unsplash.com URL: <https://images.unsplash.com/photo-1524592094714-0f0654e20314?ilibrb=1.2.1&ixid=eyJhcnBfaWQiOjEyMDd9&auto=format&fit=crop&w=1289&q=80> Zugriff: 18.06.2019
- S.34 **Abb.52:** Mindmap Quelle: eigene Darstellung
- S.37 **Abb.53:** interaktiv von 2D zu 3D Quelle: eigene Darstellung
- Abb.54:** „Die Verwendung von Lebensmitteln lernen“ Quelle: eigene Darstellung
- Abb.55:** Orthogonale Projektion eines Zylinders Quelle: dedicon URL: <https://slideplayer.com/slide/14806980/90/images/38/3D-2D%3A+2+positions+of+a+cylinder.jpg> Zugriff: 17.06.2019
- Abb.56:** 3D-Formen Quelle: dedicon URL: <https://slideplayer.com/slide/14806980/90/images/37/The+3D-printed+figures+with+%E2%80%98Op+de+tast%E2%80%A6+3D-2D%E2%80%99%3A.jpg> Zugriff: 17.06.2019
- S.38 **Abb.57:** Kreativset Quelle: eigene Darstellung
- Abb.58:** FühlMemory Quelle: eigene Darstellung
- S.39 **Abb.59:** Ideenfindung interaktive Geschichte Quelle: eigene Darstellung
- Abb.60:** Erste Skizzen zur Boardgestaltung einer interaktiven Geschichte Quelle: eigene Darstellung
- S.42 **Abb.61:** Zwölf Bildkartenmotive Quelle: eigene Darstellung
- S.43 **Abb.62:** Spielkarte „Der Astronaut Anton“ Quelle: eigene Darstellung
- Abb.63:** Kombinationsmöglichkeiten Quelle: eigene Darstellung
- S.44 **Abb.64:**User Journey Quelle: eigene Darstellung
- S.48 **Abb.65:** Aufbau einer Bildkarte Quelle: eigene Darstellung
- S.49 **Abb.66:** Board mit Vertiefungen zur Ablage der Spielkarten Quelle: eigene Darstellung

- Abb.67:** Papiertüte mit Spielkarten Quelle: eigene Darstellung
- Abb.68:** Alternative Anordnung der Bildkarten Quelle: eigene Darstellung
- Abb.69:** Bediensymbole v.l.n.r. An/Aus, Zurückspulen, Pausieren, Vorspulen, Wiederholen
Quelle: eigene Darstellung
- S.50 **Abb.70:** Markierung zur besseren Orientierung Quelle: eigene Darstellung
- Abb.71:** Weitere Optimierungsvorschläge Quelle: eigene Darstellung
- S.51 **Abb.72:** Übersicht Technik Quelle: eigene Darstellung
- Abb.73:** Detailaufnahme MP3 DFPlayer Quelle: eigene Darstellung
- Abb.74:** Technik in Box Quelle: eigene Darstellung
- S.52 **Abb.75:** Schaltplan TonUINO Quelle: voss.earth
- Abb.76:** Kartenübersicht Quelle: eigene Darstellung
- S.53 **Abb.77:** Detailansicht Karte Quelle: eigene Darstellung
- Abb.78:** Detailansicht Höhenunterschiede der Elemente Quelle: eigene Darstellung
- S.54 **Abb.79:** Überblick Versuchsaufbau Quelle: eigene Darstellung
- S.55 **Abb.80:** Detailaufnahme Kartenbox mit Spielkarten und Technikbox Quelle: eigene Darstellung
- Abb.81:** Spielkarten Quelle: eigene Darstellung
- Abb.82:** Detailansicht Höhenunterschiede der Elemente Quelle: eigene Darstellung
- Abb.83:** Spielbrett mit Spielkarten Quelle: eigene Darstellung
- S.57 **Abb.84:** Testperson 1 beim Befühlen der Motive Quelle: eigene Darstellung
- Abb.85:** Ansicht der abgelegten Karten auf dem Spielbrett Quelle: eigene Darstellung
- Abb.86:** Ratingmethode Bälle Quelle: eigene Darstellung
- Abb.87:** Rating Testperson 1 Quelle: eigene Darstellung
- S.58 **Abb.88:** Aufnahme während dem Testing mit Testperson 2 Quelle: eigene Darstellung
- Abb.89:** Rating Testperson 2 Quelle: eigene Darstellung
- S.59 **Abb.90:** Zeichnung des Versuchsaufbaus eines Schülers Quelle: eigene Darstellung
- S.60 **Abb.91:** Blinder Schüler zeichnet die Karte „Das Weltraumtaxi“ taktil nach
Quelle: eigene Darstellung
- Abb.92:** Zeichnung der Spielkarten Quelle: eigene Darstellung

