



Bachelorarbeit

Inklusion von Schülerinnen und Schülern mit eingeschränkter Sehfähigkeit in der informatischen Bildung

Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Fachbereich Mathematik und Informatik

Erstgutachter: Prof. Dr. Marco Thomas
Zweitgutachter: Prof. Dr. Sergei Gorlatch
Eingereicht von: Johannes Seeger
Matrikelnummer: 395536

Münster, April 2017

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
	1.1. Geschichte der Inklusion.....	2
	1.2. Begriff und Bedeutung von Inklusion.....	4
2.	SehSchädigung/Assistive Technologien	6
	2.1. Definition SehSchädigung.....	6
	2.2. Assistive Technologien.....	7
	2.2.1. Screen Reader.....	8
	2.2.2. Datenausgabe.....	8
	2.2.3. Vergrößerungsmethoden.....	10
3.	Inklusion im Unterricht	12
	3.1. Algorithmische Verfahren mit haptischen Modellen.....	13
	3.1.1. Suchalgorithmen.....	14
	3.1.2. Die Unterrichtsdurchführung.....	16
	3.2. Tabellenkalkulation.....	21
4.	Fazit und Ausblick	28
	Eidesstattliche Erklärung.....	30
	Literaturverzeichnis.....	31
	Abbildungsverzeichnis.....	36
	Abkürzungsverzeichnis.....	37
	Anhang.....	38

1 Einleitung

Die vorliegende Bachelorarbeit befasst sich mit der Inklusion von Schülerinnen und Schülern mit einer eingeschränkten Sehfähigkeit/Seherschädigung¹ in der informatischen Bildung. Im Folgenden wird auf die gleichzeitige Verwendung der männlichen und weiblichen Form verzichtet, um eine bessere Lesbarkeit zu gewährleisten. Alle Personenbezeichnungen gelten für beiderlei Geschlecht.

In Deutschland ist Inklusion ein wichtiges Thema, das auch in den Medien große Beachtung findet. Aktuell befindet sich die schulische Inklusion von Sehgeschädigten noch in den Anfängen. Daher gibt es nur wenige Studien zu diesem Thema. Inklusive pädagogische Ansätze werden im Abschnitt 1.2 genauer erläutert. Menschen mit einer Seherschädigung sollen aber nicht benachteiligt werden und ebenfalls grundlegende Informatikkenntnisse im Unterricht vermittelt bekommen. Sehgeschädigte können jedoch nicht ohne Hilfsmittel einen Computer bedienen. In Kapitel 2 werden einige Assistive Technologien (AT) für Sehbehinderte und Blinde erklärt und beschrieben, durch die sie einen besseren bzw. überhaupt einen Zugang zum Medium Computer erhalten.² Doch nicht nur AT sind von großer Bedeutung. Die Fachdidaktik muss Konzepte erarbeiten und bereitstellen, damit Lernende diese Hilfsmittel für sich nutzbar machen können. Dieser Herausforderung muss sich der Informatikunterricht stellen. Zu den Kernthemen im Unterricht gehört der Umgang mit einem Tabellenkalkulationssystem oder mit Algorithmen, die auch im Kernlehrplan von Nordrhein-Westfalen für die Sekundarstufe I³ und II⁴ verankert sind. In Kapitel 3 werden Studien beschrieben, die diese Themengebiete behandeln. Hierin werden inklusive Unterrichtskonzepte

¹ Seherschädigung: siehe Abschnitt 2.1.

² vgl. [Bö13]

³ vgl. [KL15]

⁴ vgl. [KL14]

für den Informatikunterricht vorgeschlagen. Das letzte Kapitel wird mit dem Fazit und Ausblick abgeschlossen.

1.1 Geschichtlicher Hintergrund

Menschen mit Behinderungen wurden bis zum 19. Jahrhundert nicht im deutschen Bildungssystem unterrichtet. Auch von vielen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens wurden sie ausgeschlossen. Die Exklusion (Ausgrenzung) war zu dieser Zeit die Normalität.⁵

Doch was ist unter einer **Behinderung** zu verstehen? In § 2 Abs. 1 des neunten Sozialgesetzbuches (SGB IX) Rehabilitation und Teilhabe behinderter Menschen ist jemand behindert, „[...]wenn ihre körperliche Funktion, geistige Fähigkeit oder seelische Gesundheit mit hoher Wahrscheinlichkeit länger als sechs Monate von dem für das Lebensalter typischen Zustand abweichen und daher ihre Teilhabe am Leben in der Gesellschaft beeinträchtigt ist.“⁶ Bleidick hat 1999 die Behinderung als Folge einer Schädigung beschrieben, die sowohl geistige, körperliche und seelische Ursprünge haben können und so die Teilhabe am Leben in der Gesellschaft erschwert (es gibt weitere Definitionen zum Begriff Behinderung).⁷ Alle Definitionen, auch die beiden Definitionen des neunten Sozialgesetzbuches und die von Bleidick beschreiben einen Zustand, der anders als die Norm ist. Doch eine klare Definition, die eine Behinderung beschreibt, ist nicht so einfach zu finden und zudem umstritten, denn wem steht es zu einen Menschen zu klassifizieren? Betrachtet man die Definition des SGB IX genauer, um zu verstehen, was es bedeutet ein Teil der Gesellschaft zu sein, so wird einem bewusst, dass das Verständnis von Behinderung einem ständigen Wandel und einer Weiterentwicklung unterliegt. Der Begriff Behinderung wird somit auch von den Normvorstellungen der Gesellschaft festgeschrieben. Bielefeldt vertritt in seinem Text „Inklusion als Menschenrechtsprinzip“ ebenfalls die Ansicht, dass Behinderung ein von der Gesellschaft geschaffener Begriff ist.⁸ Wie diese Normen auszusehen ha-

⁵ vgl. [IC01]

⁶ vgl. [SGB]

⁷ vgl. [Bu99]

⁸ vgl. [Bh11]

ben und was in einer Gesellschaft als normal gilt, hängt sowohl von äußeren als auch von inneren Erwartungen des Menschen in der Gesellschaft ab.

In Deutschland wurde die erste Sonderschule im Jahre 1880 für Kinder mit einer Lernbehinderung eingerichtet. Später entstanden vereinzelt verschiedene Förder- und Sonderschulen (je nach Art der Behinderung). Es gab aber zu wenig dieser Institutionen, um eine flächendeckende Versorgung zu gewährleisten. Dadurch vollzog sich ein Zustandswechsel von der Exklusion zur Separation, die eine gezielte Strukturierung der Lern- und Lebensorte von Menschen mit Behinderung zur Folge hatte. Rasch verdoppelte sich die Anzahl der Förderschulen in Deutschland und man bemühte sich, die separat ausgebildeten Menschen mit Behinderung in den Arbeitsmarkt zu integrieren. Einer Integration geht also immer eine Separation voraus.⁹ Am Anfang der 90er Jahre entstand der Begriff der **Inklusion**. Auf der internationalen Konferenz UNESCO, dessen Treffen 1990 in Thailand stattfand, wurde hier erstmalig das englische Wort „inclusion“ statt „integration“ verwendet. Vier Jahre später fand in Salamanca (Spanien) die UNESCO Konferenz „Pädagogik für besondere Bedürfnisse: Zugang und Qualität“ statt, bei der sich über 300 Teilnehmer, 92 Regierungen und 25 internationale Organisationen repräsentierten. Die Inklusion wurde hier als wichtigstes Ziel in der Internationalen Bildungspolitik formuliert.¹⁰ Sie schuf so den ersten internationalen Rahmen für die Umsetzung der Inklusion:

„Das Leitprinzip, das diesem Rahmen zugrunde liegt, besagt, dass Schulen alle Kinder, unabhängig von ihren physischen, intellektuellen, sozialen, emotionalen, sprachlichen oder anderen Fähigkeiten aufnehmen sollen. Das soll behinderte und begabte Kinder einschliessen, Strassen- ebenso wie arbeitende Kinder, Kinder von entlegenen oder nomadischen Völkern, von sprachlichen, kulturellen oder ethnischen Minoritäten sowie Kinder von anders benachteiligten Randgruppen oder -gebieten.“¹⁰

⁹ vgl. [IC01]

¹⁰ siehe [UN94]

Am 13. Dezember 2006 verabschiedete die UNO (Organisation der Vereinten Nationen)-Generalversammlung das Übereinkommen über die Rechte von Menschen mit Behinderungen (UN-Behindertenrechtskonvention oder BRK). Es trat 2008 international in Kraft und ist seit dem Jahr 2009 rechtsgültig in Deutschland. Ziel des Abkommens ist, die Menschenwürde und die damit verbundenen Menschenrechte und Grundfreiheiten für alle Menschen zu fördern und zu gewährleisten, wodurch rund 650 Millionen Menschen mit Behinderung weltweit eine Stärkung ihrer Rechte erfahren.¹¹ Laut UN-Behindertenrechtskonvention verpflichten sich alle Vertragsstaaten allen Menschen mit Behinderung in ihren Menschenrechten und Grundfreiheiten zu unterstützen und zu fördern, ohne jegliche Formen von Diskriminierungen zuzulassen.¹² Somit hat jeder Mensch mit einer Behinderung laut Gesetzeslage ein Recht auf Inklusion. Die Umsetzung dieses Rechtsanspruches ist jedoch nicht so einfach. Notwendig ist daher eine gesetzlich geregelte Umstrukturierung des deutschen Bildungssystems.

1.2 Bedeutung und Ziele von Inklusion

„Das lateinische Wort Integratio bedeutet so viel wie Erneuerung oder Wiederherstellung. Im soziologischen und pädagogischen Zusammenhang sind damit die Einbeziehung und Eingliederung gemeint. Das Gegenteil von Integration ist Separation (Abtrennung) und/ oder Exklusion (Ausschluss).“¹³ Der Begriff **Inklusion** stammt ebenfalls aus dem Lateinischen. Er leitet sich von dem Substantiv „inclusio“¹⁴ oder dem Verb „includere“¹⁵ ab. Das pädagogische Konzept von Inklusion betrachtet den Menschen als Teil der Gesellschaft und zielt nicht darauf ab, die Unterschiede und die Andersartigkeit aufzuzeigen, sondern sieht darin eine wichtige Ressource für die Gesellschaft. Es soll jedoch der Förderungsbedarf von Menschen mit Behinderung nicht außer Acht gelassen werden der durch die Gesellschaft und Fachkräfte aufgefangen werden muss.¹⁶ Der Artikel 24 der UN-Behindertenrechtskonvention

¹¹ vgl. [BA11] S. 3

¹² vgl. Ebd. S. 13

¹³ siehe [GR15]

¹⁴ „inclusio“ = Einschluss / Einschließung / Einbeziehung

¹⁵ „includere“ = einlassen / einschließen

¹⁶ vgl. [Ft12]

ist für die gestellte Forschungsfrage besonders wichtig, denn er beinhaltet explizit alle Rechte auf Bildung für Menschen mit Behinderung in einem integrativen Bildungssystem auf allen Ebenen, da jeder Mensch mit einer Behinderung sein Selbstwertgefühl voll zur Entfaltung bringen soll. Außerdem sollen sie gleichberechtigt mit den Gesunden behandelt werden und Zugang zu einem integrativen, hochwertigen und unentgeltlichen Unterricht erhalten. Sie dürfen nicht vom Bildungssystem ausgeschlossen werden. Eine notwendige Unterstützung muss durch das Bildungssystem geleistet werden, um eine erfolgreiche Bildung zu erleichtern. Dazu gehört u. a. das Bereitstellen von angepassten Fördermaßnahmen, die eine bestmögliche schulische und soziale Entwicklung gestatten. Maßnahmen hierfür sind, dass Kommunikationsformen und Kommunikationsmittel, die individuell für Menschen mit Behinderung am besten angepasst sind, zur Verfügung gestellt werden. Auch Lehrkräfte (einschließlich solcher mit Behinderungen) müssen im Hinblick auf die Schärfung des Bewusstseins für Behinderungen sowie durch pädagogische Verfahren und Materialien zur Unterstützung von Menschen mit Behinderungen, geschult werden.¹⁷ Umstellungen im Schulsystem müssen vorgenommen werden, die sich dadurch bemerkbar machen, dass sich Bildungspläne aller Länder inklusiv ausrichten werden. Die Herausforderungen für die Lehrkräfte stehen somit in einem stetigen Wandlungsprozess. Hierzu möchte ich im folgenden Kapitel auf weitere Aspekte im Hinblick auf den Informatikunterricht und den damit verbundenen Herausforderungen eingehen.

¹⁷ vgl. [BRK]

2 Sehschädigung/Assistive Technologien

Laut dem Statistischen Bundesamt besaßen Ende 2013 in Deutschland ca. 7,5 Millionen Menschen einen amtlich anerkannten Schwerbehindertenausweis. Das entsprach 9,3 % der Bevölkerung. Darunter leiden ca. 357.000 Menschen unter einer Sehschädigung.¹⁸ Dies sind jedoch keine absoluten Zahlen, da jedes Jahr aufs Neue über 20.000 Menschen erblinden. Doch was ist unter einer Sehschädigung zu verstehen? Nach der Klärung dieses Begriffs im nächsten Abschnitt, wird ein Überblick darüber gegeben, wie sich Menschen mit einer Sehschädigung Zugang zum Computer verschaffen können, denn es war lange Zeit nicht möglich zugängliche Texte selbstständig zu lesen bzw. zu schreiben. Diesen Zugang ermöglichen heute sogenannte Assistive Technologien/Hilfsmittel.

2.1 Definition Sehschädigung

In der Bundesrepublik Deutschland hat sich sozialrechtlich der Begriff „Sehschädigung“ als Oberbegriff etabliert.¹⁹ Auch nach Degenhardt ist der Begriff „Sehschädigung“ der Oberbegriff für „Sehbehinderung“ und „Blindheit“. Jedoch gibt es keine allgemeinen und umfassenden Definitionen von beiden Begriffen, da sie vom Verwendungszusammenhang und vom Zeit- und Gesellschaftsbezug abhängen.²⁰ Rath unterteilt den Begriff „Sehschädigung“ in Sehbehinderung, hochgradige Sehbehinderung und Blindheit.²¹

¹⁸ vgl. [SB16]

¹⁹ vgl. [Wr14]

²⁰ vgl. [Ds07], S. 40

²¹ vgl. [Rw87]

Um eine Sehschädigung festzustellen, wird der Fernvisus (Sehvermögen) des besseren Auges gemessen, der nicht durch Sehhilfen (Brillen oder Kontaktlinsen) korrigiert werden kann.²² Doch nicht nur der Fernvisus bestimmt die Sehschädigung, sondern auch die Stärke der Gesichtsfeldeinschränkung, die Beeinträchtigung des Licht- oder Farbsinns und die Einschränkung der Augenbeweglichkeit spielen eine entscheidene Rolle.²³ Aus medizinischer Sicht und dem deutschen Recht wurden folgende Definitionen aufgestellt:

- Ein Mensch ist sehbehindert, wenn er auf dem besser sehenden Auge selbst mit Brille oder Kontaktlinsen nicht mehr als 30% von dem sieht, was ein Mensch mit normaler Sehkraft erkennt. (Sehrest \leq 30%)²⁴
- Ein Mensch ist hochgradig sehbehindert, wenn er auf dem besser sehenden Auge selbst mit Brille oder Kontaktlinsen nicht mehr als 5% von dem sieht, was ein Mensch mit normaler Sehkraft erkennt. (Sehrest \leq 5%)²⁴
- Ein Mensch ist blind, wenn er auf dem besser sehenden Auge selbst mit Brille oder Kontaktlinsen nicht mehr als 2% von dem sieht, was ein Mensch mit normaler Sehkraft erkennt. (Sehrest \leq 2%)²⁴

Was bedeutet zum Beispiel ein Sehrest von 20%. Ein sehgeschädigter Mensch erkennt einen Gegenstand erst aus 20 Meter Entfernung, den ein gesunder sehender Mensch bereits aus 100 Metern Abstand sieht. Es kann aber auch bedeuten, dass ein Mensch nur 20% des normalen Gesichtsfeldes wahrnimmt (Tunnelblick).²⁴

2.2 Assistive Technologien

Assistive Technologien (AT) sorgen dafür, dass u. a. Menschen mit Sehschädigung im Bildungssystem einen Zugang zum Medium Computer erhalten können. Anfänglich wurden AT speziell für Menschen mit Behinderung entwickelt (z. B. Blindenschriftschreibmaschinen). Handelsübliche Produkte wurden dahingehend erweitert, dass sie durch AT für Menschen mit Behinderung

²² vgl. [Ds07], S. 41

²³ vgl. [H08a]

²⁴ vgl. [BSV]

nutzbar wurden.²⁵ Menschen mit einer Sehschädigung haben zudem den Wunsch, dass die gleiche Hard- und Software²⁶ auch von Menschen ohne Behinderung verwendet werden kann.²⁷ Nachfolgend werden AT beschrieben, die am besten für den Informatikunterricht geeignet sind.

2.2.1 Screen Reader

Unter einem **Screen Reader** versteht man eine Software, die auf einem handelsüblichen Computer oder einem Standardmobiltelefon (Handy) installiert wird. Die Hauptaufgabe eines solchen Programms ist, den mehrdimensionalen Bildschirminhalt (grafische Elemente wie Menüs, Auswahlboxen, Fenster oder aktuelle Eingabepositionen) dahingehend zu vereinfachen, dass er mithilfe einer Sprachausgabe (Abschnitt 2.2.2) oder einer Braillezeile (Abschnitt 2.2.2) ausgelesen werden kann. Das ist nur dann möglich, wenn die Informationen in linearer Form (einfacher Text) angeordnet sind. Die entscheidende Aufgabe ist somit nicht, den Bildschirminhalt vorzulesen, sondern ihn auf die notwendigen und relevanten Informationen zu reduzieren, damit sie für die Weiterverarbeitung aufbereitet werden können. Dadurch können sich Menschen mit einer Sehschädigung auf der Benutzeroberfläche orientieren.²⁸ Bekannte Screen Reader sind u. a. JAWS™, Window Eyes™ oder NVDA™.

2.2.2 Datenausgabe

Eine wichtige Maßnahme für Menschen mit Sehschädigung ist, dass der vom Screen Reader reduzierte Bildschirminhalt akustisch oder taktil ausgegeben wird. Für die akustische Lösung wird eine **Sprachausgabe** verwendet. Sprachausgaben geben den Inhalt, wie es der Name bereits sagt, verbal wieder. Die Qualität der Sprache kann jedoch variieren. Je nach Wunsch des Anwenders kann bei einem Roman ein natürlicher Klang der Stimme wiedergegeben werden, während es bei einem wissenschaftlichen Inhalt

²⁵ vgl. [CG16]

²⁶ Ein Sammelbegriff für einzelne Programme und ihren zugehörigen Daten

²⁷ vgl. [SW11]

²⁸ vgl. [CG16]

wichtiger ist, dass die Stimme trotz sehr hoher Sprechgeschwindigkeit verständlich bleibt.²⁹

Lois Braille (1809-1852), der selbst im Alter von drei Jahren auf Grund einer Infektion erblindete, entwickelte 1825 eine Blindenschrift (**Brailleschrift**) die aus einem System von Punktmustern besteht, sodass es Menschen mit einer Sehschädigung möglich wurde, Texte zu lesen. Um das zu ermöglichen wurden die Punktmuster von hinten in ein Stück Papier gepresst. Die entstandenen Erhöhungen können mit den Fingerspitzen ertastet und entziffert werden. Die Brailleschrift besteht ursprünglich aus sechs Punkten, die aus drei Reihen (in der Höhe) und zwei Spalten

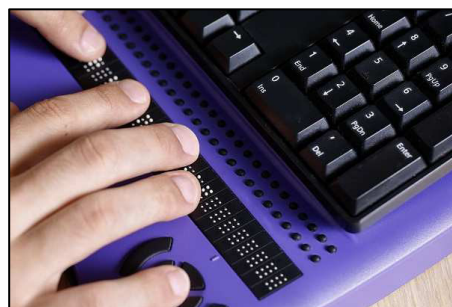


Abbildung 1: Braillezeile

(in die Breite) bestehen. Dadurch ergeben sich $2^6 = 64$ Möglichkeiten, um Zahlen oder Buchstaben darzustellen. Um das Punktschriftsystem effizient am Computer nutzen zu können, wurde die **Braillezeile** entwickelt. In Abbildung 1 sieht man bei genauerer Betrachtung, dass sich dort acht Punkte (vier Reihen, zwei Spalten) statt sechs Punkte befinden. Das beruht darauf, dass man am Computer wesentlich mehr Zeichen benötigt als das Sechspunktesystem der Brailleschrift bereitstellt. Mit dem Achtpunktesystem erhält man nun $2^8 = 256$ Möglichkeiten, sodass sich der komplette ASCII Zeichensatz³⁰ (siehe Anlage) ohne Einschränkung darstellen lässt. Ein Punkt (Stift) auf der Braillezeile erhebt sich aus der Fläche bei elektrischer Spannung. Dies wird als piezoelektrischer Effekt bezeichnet. Eine Braillezeile kann aus 20 bis 80 Zeichen/Modulen bestehen.

Beide Varianten haben ihre Vor- und Nachteile. Durch die Sprachausgabe kann eine hohe Lesegeschwindigkeit erreicht werden. Nach Denninghaus beträgt die durchschnittliche Lesegeschwindigkeit geübter Jugendlicher und junger Erwachsener bei 200 bis 350 Wörter pro Minute. Geübte früherblindete können durch die Blindenschrift etwa 100 bis 150 Wörter pro Minute lesen, während hochgradig sehbehinderte nur 40-80 Wörter pro Minute lesen kön-

²⁹ vgl. [CG16]

³⁰ Der ASCII Zeichensatz enthält Satzzeichen, Wortzeichen und Sonderzeichen (z. B. ?, §, % , etc.)

nen.³¹ Durch die Nutzung der Sprachausgabe können Sehgeschädigte ohne große Probleme die Lesegeschwindigkeit von Menschen ohne Sehschädigung erreichen. Im Bildungskontext ist dies von großer Wichtigkeit, da aus langen Texten nur wichtige Informationen herausgefiltert werden sollen. Menschen ohne Sehschädigung überfliegen die überflüssigen Informationen solcher Texte. Sehgeschädigte können durch die Braillezeile Rechtschreibfehler erkennen und somit die grammatikalische Kompetenz verbessern, die durch eine Sprachausgabe nicht möglich ist. Es gibt auch Textverarbeitungssysteme die mit Screen Readern abgestimmt sind, um solche Fehler zu finden. Ob diese Funktionen ausreichen, um einen fehlerfreien Text zu schreiben, bleibt zu bezweifeln.³² Die Sprachausgabe ist jedoch besonders effektiv im Auffinden von Buchstabendrehern und Satzstellungsfehlern.³³ Der Vorteil einer Braillezeile ist, dass man während eines Telefonats am Computer weiterarbeiten kann. Die Sprachausgabe nutzen und gleichzeitig zu telefonieren ist nicht möglich. Braillezeilen besitzen auch Suchfunktionen, um bestimmte Wörter und Zeichen schneller zu finden, während eine Sprachausgabe nur Zeilenweise vorliest.

2.2.3 Vergrößerungsmethoden

Im Unterricht kann in Texten zwar eine größere Schrift gewählt werden, jedoch muss die Vergrößerung individuell auf die Sehbehinderung der Person angepasst werden. Haben viele Schüler eine Sehbehinderung, wäre der Aufwand für den Lehrer jedoch zu hoch. Eine **optische Vergrößerung** kann am einfachsten durch Standlupen, Handlupen oder Lupenbrillen erreicht werden.³⁴ Der Vorteil ist, dass die Gegenstände, wie Handlupen und Lupenbrillen, verhältnismäßig unauffällig verwendet werden können, sodass z. B. beim Lesen eines Buches/Textes im Unterricht keine atypische Situation (siehe Kapitel 3) entsteht. Leider gibt es eine technische Grenze, denn mit zunehmendem Vergrößerungsfaktor verkleinert sich der Abstand zwischen Auge

³¹ vgl. [De96]

³² vgl. [CG16]

³³ vgl. [Ma14]

³⁴ vgl. Ebd.

und Text.³⁵ Menschen mit einer geringeren Sehbehinderung können eine Vergrößerungssoftware verwenden. Man spricht auch von einer **elektronischen Vergrößerung**. Bekannte Softwareprogramme sind u. a. MAGic™ oder ZoomText™. Texte und Grafiken können auf dem Computerbildschirm bis zum 36-fachen vergrößert werden. Neben der Vergrößerung bieten die Programme zahlreiche Funktionen an, um ein angenehmeres Arbeiten am Computer zu ermöglichen. Der Mauszeiger kann optisch verändert werden, sodass er mit dem Auge besser zu erkennen und somit leichter zu verfolgen ist. Es können auch partiell Bereiche vergrößert werden, d. h. nur ein Teil des Bildschirminhalts wird vergrößert, um eine bessere Übersicht zu erhalten. Zudem können auch Farben geändert werden, um farbfehlsichtige Menschen zu unterstützen bzw. ihnen den Umgang am Computer komfortabler zu gestalten.

Es gibt auch spezielle Konzepte, die neben den beschriebenen AT eingesetzt werden. Dazu gehört auch die haptische Modellierung. Was unter einem solchen Modell zu verstehen ist und ob es erfolgreich ist, wird im nächsten Kapitel geklärt.

³⁵ vgl. [CG16]

3 Inklusion im Unterricht

In diesem Kapitel werden zwei Studien bzw. Unterrichtskonzepte vorgestellt, die eventuelle Alternativen zu den bisher bekannten Methoden im Informatikunterricht darstellen könnten. Diese sollen nach inklusiven Prinzipien befolgt werden. Die folgenden inklusiven Prinzipien wollten Capovilla und Hubwieser u. a. in den Unterrichtskonzepten umsetzen:

- die Vermeidung von atypischen Situationen³⁶
- alle Lernenden mit Sehschädigung beherrschen die Assistiven Technologien, die sie benötigen³⁷
- die Inhalte des Unterrichts sollen möglichst viele Sinneskanäle ansprechen, ohne das es zu unterschiedlichen Vorstellungen führt³⁸
- Vorkenntnisse und Vorerfahrungen der Lernenden sollen vom Unterricht einbezogen werden³⁹
- der Unterricht soll eine konkret-handelnde Auseinandersetzung mit Unterrichtsinhalten ermöglichen⁴⁰

Menschen mit Sehschädigung finden sich in **atypischen Situationen** wieder, wenn ihr behinderungsbedingtes Erleben oder Verhalten von dem der Gesunden abweicht.

³⁶ vgl. [Cd15], S. 24

³⁷ vgl. Ebd. S. 29

³⁸ vgl. Ebd. S. 51

³⁹ vgl. [H08b]

⁴⁰ vgl. [Lm08]

3.1 Algorithmische Verfahren mit haptischen Modellen

In diesem Abschnitt wird eine Evaluationsstudie vorgestellt, die bereits 2012 getestet wurde. Im Folgenden werden die Vorüberlegungen, die Durchführung und die Ergebnisreflexion des Unterrichtskonzepts beschrieben. Diese Studie ist an der Arbeit von Capovilla, D., Krugel, J., und Hubwieser, P. angelehnt⁴¹. Das Konzept sollte belegen, ob die Methode im Informatikunterricht angewendet werden kann.

Bevor das Unterrichtskonzept vorgestellt wird soll an dieser Stelle erklärt werden, warum **algorithmisches Denken** für den Informatikunterricht entscheidend ist. Doch zuerst werden folgende Fragen geklärt: Was genau ist ein Algorithmus und welche Eigenschaften besitzt er? Welche Intention befindet sich dahinter, also warum ist es wichtig, dass genau dieses spezielle Themengebiet behandelt wird? Einfach ausgedrückt überführt ein Algorithmus Elemente der Eingabemenge in Elemente der Ausgabemenge (z. B. die Berechnung von einer Währung in eine andere). Etwas spezieller und genauer ist die folgende Definition:

„Ein **Algorithmus** ist eine Verarbeitungsvorschrift, die aus einer endlichen Folge von eindeutig ausführbaren Anweisungen besteht. Unter gleichen Voraussetzungen liefert die Ausführung des Algorithmus stets gleiche Ergebnisse“⁴²

Kerneigenschaften eines Algorithmus sind, dass er eindeutig (Anweisungen dürfen sich nicht widersprechen), ausführbar (jede Anweisung muss ausführbar sein), endlich (er muss aus einer begrenzten Anzahl von Anweisungen mit begrenzter Länge bestehen) und allgemeingültig (Problemlösung von einer gleichen Art) ist. In der Informatik bezeichnet man die Eigenschaft „Endlichkeit“ als „Terminiertheit“.

⁴¹ vgl. [CKH]

⁴² vgl. [DI06]

Durch diese Definition wird deutlich, dass der Begriff Algorithmus komplexer ist als man es zuerst vermutet. Daher ist schon allein das Erkennen eines Algorithmus eine interessante Aufgabe für Schüler. Doch um einen Algorithmus aufzustellen, der alle Eigenschaften erfüllt, müssen zuerst systematische Strategien gelöst werden. Dieser Denkprozess wird als algorithmisches Denken (algorithmic thinking) bezeichnet. Der Begriff des algorithmischen Denkens wurde von Jeannette Wing zum „Computational thinking“ konkretisiert.⁴³ Unter diesem Vorgang versteht man, dass ein Problem zuerst in seine Einzelteile zerlegt/zersetzt wird (decomposition). Jedes kleine Problem kann jetzt individuell betrachtet und gelöst werden (pattern recognition). Im Anschluss konzentriert man sich auf die Schlüsselprobleme (abstraction) und ignoriert irrelevante Informationen, die nicht zum Lösen des Problems wichtig sind. Abschließend muss eine Schritt-für-Schritt Lösung entwickelt werden, um einen effizienten Algorithmus (algorithms) aufzustellen.⁴⁴

Beide Begriffe bzw. deren Bedeutung sind somit nicht aus der informatischen Bildung wegzudenken und gehören zum Fundament eines guten Informatikunterrichts. Diese stehen unter anderem auch im Kernlehrplan von Nordrhein-Westfalen.⁴⁵

3.1.1 Suchalgorithmen

Die lineare Suche, die binäre Suche und die binäre Baumsuche sollen im Unterricht von Menschen mit SehSchädigung erlernt werden. Um ein grundlegendes Verständnis über die Verfahren zu erhalten, werden sie an dieser Stelle erklärt. Allgemein ausgedrückt beschreiben Suchalgorithmen ein Verfahren in der Informatik, das in einem Suchraum Muster oder Objekte mit bestimmten Eigenschaften finden soll.

⁴³ vgl. [Wj06]

⁴⁴ vgl. [O17]

⁴⁵ vgl. [KL15] & vgl. [KL14]

Lineare Suche

Die lineare Suche gehört zu den einfachsten Suchalgorithmen. Die Idee der linearen Suche ist, dass aus einem Feld (Array) $A[1 \dots n]$ indem n^{46} Elemente (Zahlen, Namen, Wörter, etc.) gegeben sind, ein bestimmtes Element x gesucht wird. Eine mögliche **Beispielaufgabe** wäre:

Gegeben sei das Feld [3 5 13 16 20 25 28 40]. Finden Sie mit Hilfe der linearen Suche das Element 20. Beschreiben Sie ihr Vorgehen schriftlich.

Natürlich sind solche Felder in der Praxis sehr viel größer und besitzen über 1.000 Einträge. Jetzt wird das Schlüsselement X (welches in unserem Beispiel 20 ist) in dem Feld gesucht. Erst wird der erste Eintrag mit dem Wert 20 verglichen. Da er den Wert 3 hat und somit nicht der gewünschten Zahl entspricht, wird der nächste Wert (Wert: 5) verglichen. Das Prinzip wird so lange wiederholt bis das gewünschte Element gefunden wurde oder man an das Ende des Feldes gelangt. Wurde das Element gefunden so war die Suche erfolgreich, andernfalls war das gesuchte Element nicht im Feld enthalten. Die Funktionsweise der linearen Suche besteht darin, dass Element für Element (sequenziell) durchlaufen wird, bis man das gesuchte Element gefunden hat. Im selbstgewählten Beispiel wären fünf Vergleiche notwendig gewesen. Der Suchaufwand, die sogenannte Komplexität wächst linear mit der Anzahl von Elementen. Im besten Fall ist das gesuchte Element im ersten Feld, im schlechtesten Fall ist es im letzten. Das Verfahren ist für einfach verkettete Listen oder auch für unsortierte Felder geeignet. Wer sich für einen Pseudocode⁴⁷ interessiert schaut an dieser Stelle ins Anlagenverzeichnis.

Binäre Suche

Die Vorgehensweise der binären Suche erfolgt effizienter. Die Voraussetzung ist, dass ein sortiertes Feld gegeben ist (wie im Beispiel). Zuerst wird das Feld halbiert und an dieser Stelle mit dem gesuchten Element verglichen. Angenommen wir beziehen uns in unserem Beispiel auf die Anwendung der binären Suche. Das Feld hat insgesamt acht Einträge. Wir schauen uns also den vierten Wert an (Wert: 16). Falls er unserem gewünschten Wert entsprechen

⁴⁶ Der Buchstabe n beschreibt eine natürliche Zahl. Also $n \in \mathbb{N}$

⁴⁷ Ein Programmcode der lediglich zur Veranschaulichung dient

hätte, wäre das Verfahren an dieser Stelle beendet. Da er aber nicht 20, also dem gesuchten Wert entspricht, wird wie folgt weiter fortgefahren. Man vergleicht, ob der gesuchte Wert kleiner oder größer dem gesuchten Wert ist. Ist der gesuchte Wert kleiner wird im linken (vorderen) Teilfeld weitergesucht. Falls der gesuchte Wert größer ist wird logischerweise im rechten (hinteren) Teilfeld weitergesucht. Das Verfahren wird so lange wiederholt bis das Element dem gesuchten Wert entspricht. Spätestens wenn der Suchbereich auf ein einzelnes Element reduziert wurde wird das Verfahren beendet. In unserem Beispiel hätten wir drei Vergleiche benötigt. Auch hierzu gibt es im Anlagenverzeichnis den Pseudocode der binären Suche.

Binäre Baumsuche

Die binäre Baumsuche verwendet man, wenn sich Werte innerhalb eines Suchfeldes öfters ändern. Ein Baum gehört zu den wichtigsten Datenstrukturen in der Informatik. Der Anfangsknoten des Baumes wird als Wurzel bezeichnet. Alle Knoten können von der Wurzel erreicht werden. Es gibt Verzweigungen nach links und rechts. Besitzt ein Knoten nach beiden Richtungen eine Verzweigung, so nennt man ihn „inneren Knoten“. Falls er nur eine Verzweigung (egal ob links oder rechts) hat, nennt man ihn „Halbblatt“ und bei keiner Verzweigung „Blatt“. In Abbildung 2 wird solch ein Baum gezeigt. Er wurde mit den Werten aus unserem Beispiel gefüllt. Außerdem besitzt der Baum Ebenen. Die Wurzel bildet die Ebene 0 (Wert 3). In Ebene 1 stehen die Werte 5 und 25. Somit hat unser Baum 3 Ebenen bzw. der Baum besitzt eine Tiefe von 3. Je nach Datenstruktur kann der Baum in verschiedenen Reihenfolgen durchsucht werden (Tiefen- und Breitensuche).

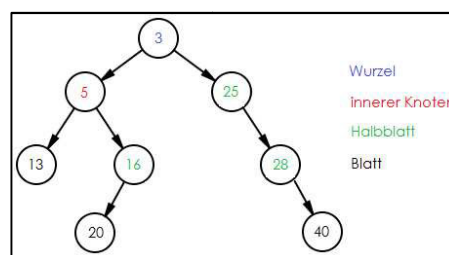


Abbildung 2: Baumstruktur

3.1.2 Die Unterrichtsdurchführung

Vorüberlegungen

In diesem Unterrichtskonzept werden die eben erwähnten drei Suchalgorithmen verwendet, da speziell diese Algorithmen für Einsteiger in absehbarer

Zeit (wenige Stunden) erlernt werden können. Vorteilhaft ist, dass Suchalgorithmen in wichtigen Themengebieten der Informatik verwendet werden können (beispielsweise bei Rekursionen, Schleifen und Listen). Ein entscheidender Faktor war außerdem, dass diese Algorithmen mit Hilfe von haptischen⁴⁸ Modellen nachzubilden sind, was nicht für alle Unterrichtskonzepte möglich ist. Somit muss jetzt herausgefunden werden, ob die vorgestellte Unterrichtseinheit eine Alternative bzw. Ergänzung zu ausschließlich visuell orientierten Konzepten darstellt. Damit diese Frage mit Ja beantwortet werden kann, müssen die Teilnehmer alle Fragen beantworten können, die ihnen gestellt werden.⁴⁹

Das Konzept

Für das Unterrichtskonzept wird nur wenig Material benötigt, das günstig in jedem Spielzeugwarengeschäft käuflich zu erwerben ist. Folgende Materialien



Abbildung 3: Haptik Modell 1

werden benötigt: LEGO Platten/Bausteine und aufklebbare Zahlen für die LEGO Bausteine. Zusätzlich sind drei Tabellen für die Algorithmen vorbereitet worden. Die Platten und Bausteine werden für die Darstellung von Listen oder für die binäre Suche in einem Baum verwendet. Die Liste sieht dann wie in Abbildung 3 aus. Für

die Lernenden, die nicht ganz erblindet sind, hilft die rote Farbe der Zahlen, damit sie diese besser erkennen können (siehe Abbildung 3). Zusätzlich stellte der Lehrende den Teilnehmern drei "Listen" zur Verfügung. Diese Listen sind Arbeitsmappen eines TKS. In den ersten beiden Dateien wurden jeweils für die lineare und binäre Suche eine sortierte Liste mit beliebigen Zahlen vorbereitet, die in dem Wertebereich A1:A1000 eingespeichert wurden. Im dritten und letzten Arbeitsblatt wurde ein binärer Suchbaum dargestellt. Dieser besitzt sechs Ebenen (Tiefe), 63 inneren Knoten/Halbblättern und insgesamt 32

⁴⁸ Haptik: mit dem Tastsinn zu erfassen

⁴⁹ vgl. [Cd15]

Blattknoten. Auch hier werden die Werte zufällig aus einem Wertebereich von 0 bis 9.999 ausgewählt.⁵⁰

Zu Beginn bekommen die Lernenden eine vorbereitete Legoplatte auf der sich eine sortierte Liste von sechs Zahlen befindet (Abbildung 3). Die Vorgehensweise der linearen Suche in einer sortierten Liste wird den Schülern erklärt, sodass sie eine Vorstellung davon bekommen, wie diese abläuft. Danach erhalten sie die Aufgabe eine Zahl in der Liste zu suchen und sollen überprüfen, ob sie sich in der Liste befindet (inklusive Prinzipien). Die Vorgehensweise wird im Anschluss wiederholt, indem die Schüler den gelernten Algorithmus in der Tabelle des

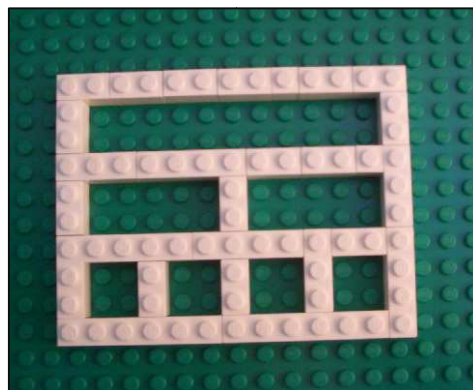


Abbildung 4: Haptik Modell 2

TKS anwenden. Dadurch soll ihr erlerntes Wissen gefestigt werden. Für die binäre Suche in einer sortierten Liste erhalten die Lernenden wieder eine Legoplatte mit Zufallszahlen. Zusätzlich bekommen sie zwei Legobausteine, die als obere und untere Markierung verwendet werden können. Die Teilnehmer erhalten noch den Tipp, dass sie wie in einem Wörterbuch suchen sollen. Theoretisch sollen die Lernenden den Bereich der sortierten Liste mit den zwei Bausteinen abstecken. Durch den Hinweis auf die Suchstrategie sollten die Teilnehmer sich schrittweise durch die Halbierung des Abstands zwischen der oberen und unteren Grenze dem gesuchten Wert nähern, indem sie die Bausteine (obere bzw. untere Markierung) umstecken. Wie schon in der ersten Aufgabe wird der Algorithmus am Rechner anhand des Arbeitsblattes vertieft. Als letztes wird die binäre Baumsuche vorgestellt. Zu Beginn sollen die Lernenden mit den bekannten LEGO Platten und -Bausteinen einen leeren Suchbaum konstruieren (Abbildung 4). Ein innerer Knoten besteht aus den fusionierten zwei Zellen über den beiden Blättern. Die leeren Felder sollen die Zellen im TKS darstellen. Dadurch haben die Teilnehmer die komplette Struktur selbstständig aufgebaut. Ein letztes Mal wird mit Hilfe der vorbereiteten Tabelle geübt. Abschließend wurden die Teilnehmer gebeten, die drei Such-

⁵⁰ vgl. [CKH]

algorithmen mündlich mit eigenen Worten zu erklären, um herauszufinden, ob jeder alles verstanden hat bzw. noch Klärungsbedarf besteht.⁵¹

Die Durchführung

Das Konzept wurde in Rimini (Italien) im August 2012 während eines Ferien-camps für Menschen mit Sehschädigung getestet. Die Stichprobe in dieser Studie war eher klein, was auch darauf zurückzuführen ist, dass die Zahl der Menschen mit einer hochgradigen Sehschädigung auf der Welt relativ gering ist. Teilgenommen haben fünf Personen (4 Frauen, 1 Mann) mit starken Sehschädigungen, die aber keine auffälligen Lernschwierigkeiten hatten. Das Alter lag zwischen 17 und 29 Jahren. Jeweils zwei waren in einem Arbeitsverhältnis bzw. arbeitssuchend, eine Person studierte. Alle Teilnehmer verfügten über gute Kenntnisse mit Standardsoftware und AT, besaßen aber keine Programmiererfahrungen. Drei nutzten den eigenen Computer mit ihren privaten Hilfsmitteln, während die anderen einen zur Verfügung gestellten Computer verwendeten. Alle benutzten das Betriebssystem Microsoft Windows™, das TKS Microsoft Excel™ und den Screen Reader Jaws™. Die Gruppe wurde von einem Autor begleitet, der selbst eine Sehbeeinträchtigung hatte und mehr als zehn Jahre Erfahrung mit dem Unterrichten von Menschen mit Sehschädigung besaß. Insgesamt lief der Kurs 4,5 Stunden und es wurde zwischen Theorie und Praxis (Haptik Modell und Computer) gewechselt. Der theoretische Teil wurde anschließend mündlich wiedergegeben.⁵²

Resultat

Die Auswertung basierte auf den Informationen, die im Kurs gesammelt wurden. Nachdem die drei Suchalgorithmen durch die haptischen Modelle vermittelt wurden, konnte jeder Lernende die Aufgaben erfolgreich lösen. Bei der linearen Suche sollten sie eine Zahl finden, bei der binären Suche zwei und im binären Suchbaum drei Zahlen. Die Zeit wurde mit einer Stoppuhr gemessen. Bei der linearen Suche in einer sortierten Liste benötigten die Ler-

⁵¹ vgl. [Cd15]

⁵² vgl. [CKH]

nenden zwischen 2,5 bis 3,5 Minuten. Bei der binären Suche gab es interessante Beobachtungen. Einige Teilnehmer markierten die obere bzw. untere Grenze und konnten einfach mit einer Tastenkombination zwischen diesen springen, wodurch sie schneller wurden. Ein Teilnehmer wechselte sogar von der binären zur linearen Suche. Zuerst wurde das Feld halbiert, wie es vorgesehen war und anschließend wurde in der anderen Hälfte mit der linearen Suche weitergearbeitet. Hierfür benötigte er zwischen 17 und 35 Sekunden. Dadurch ist zu erkennen, dass die Teilnehmer den Algorithmus gut verstanden hatten, da sie in einer Tabelle mit 1.000 Einträgen schnell die gesuchte Zahl finden konnten. Bei dem letzten Suchalgorithmus taten sich Navigationschwierigkeiten auf. Die Lernenden kamen durch das Drücken der Pfeiltaste "unten" nicht immer in den gewünschten Blattknoten von dem darüber liegenden inneren Knoten/Halbblättern. Da somit das TKS nicht intuitiv funktionierte, benötigten einige Teilnehmer mehr Zeit. Nachdem diese Hürde überwunden war, gelang es den Lernenden, bis auf einen Teilnehmer, im zweiten Durchgang schneller zu werden. Aufgrund der Zeitangaben konnte darauf geschlossen werden, dass die Datenstruktur besser verstanden wurde. Ein Lernender hatte mit der Navigation in der Tabelle größere Probleme und brauchte daher mehr als doppelt so lange wie andere. Der Grund war, dass dieser Teilnehmer nicht tagtäglich am Computer arbeitete.⁵¹

Die Forschungsfrage wurde positiv beantwortet, da gefordert war, dass die Teilnehmer alle Aufgaben unter Verwendung der Suchalgorithmen lösen können. Zudem konnten sie verbal ihr erlerntes Wissen wiedergeben, woraus sich folgern lässt, dass die vorgeschlagene Unterrichtsmethode geeignet ist, Menschen mit einer eingeschränkten Sehfähigkeit, algorithmisches Denken zu vermitteln. Der Vorteil ist, dass die Lernenden durch die LEGO Platten und -Bausteine schrittweise und mit ihren eigenen Händen etwas aufbauen konnten, um das erlernte Wissen besser zu verstehen (inklusive Prinzipien). Dieses Verfahren ist somit auch für Schüler geeignet die keine Beeinträchtigungen haben. Daher kann es sehr gut für eine Inklusionsklasse verwendet werden. Ein weiter Pluspunkt ist, dass die Anschaffungskosten gering und einmalig anfallen. Auch die Qualität der Materialien nimmt im Laufe der Zeit

nicht ab. Abschließend konnten die Autoren aber keine Garantie dafür geben, dass sich das Resultat bei einer größeren Gruppe ebenfalls bestätigt.⁵³

3.2 Tabellenkalkulation

Die zweite Studie wurde von Capovilla, D. und Hubwieser, P. in 2013 durchgeführt.⁵⁴ Tabellenkalkulationssysteme (TKSe) sind in der heutigen Zeit nicht mehr wegzudenken, da sie vielseitig einsetzbar sind. Sie gehören zu den Standardprogrammen, die man im Informatikunterricht schon zu Anfang beigebracht bekommt. Daher ist es unumgänglich sich in der Informatikausbildung mit einem TKS auseinanderzusetzen. Auch der Arbeitsmarkt fordert, dass u. a. Microsoft Word™ und Excel™ beherrscht werden sollte, um eine bessere Jobchance zu erhalten. Im Abschnitt 2.2. wurde gezeigt, dass es Menschen mit eingeschränkter Sehfähigkeit möglich ist (unter Verwendung AT) den Computer eigenständig zu bedienen. Zu klären bleibt jedoch, ob die Standardausrüstung (Computer und Screen Reader evtl. Braillezeile) ausreicht, um Menschen mit eingeschränkter Sehfähigkeit eine bedienungsfreundliche Atmosphäre zu schaffen. Nach Graeme Douglas verwenden 41% der befragten Briten (erwerbsfähig mit einer Sehschädigung) mit einem Computer ein TKS.⁵⁵ Dies ist jedoch nur zu einem bestimmten Grad möglich, denn ohne jegliche Vorbereitung, wird nicht immer ein gutes Bedienungs-niveau erreicht.⁵⁶

Tabellenkalkulationssystem (TKS)

Nur kurz will ich darauf eingehen, was unter einem Tabellenkalkulationssystem zu verstehen ist. Es ist eine Software, die auf einem Computer installiert werden kann. Mit diesem Programm kann man in einem Arbeitsblatt Tabellen erstellen. Dabei können Werte (Datum, Uhrzeit, Texte oder Zahlen) in die Zeilen und Spalten eintragen werden. Das erste Feld wird in Microsoft Excel™ als A1 betitelt. Darüberhinaus kann man mit Formeln arbeiten, die z. B. einen

⁵³ vgl. [Cd15]

⁵⁴ vgl. [CH13]

⁵⁵ vgl. [Dg07]

⁵⁶ vgl. [Hp05]

Wertebereich (A1 bis A10 = 10 Zahlen) aufaddieren. Es gibt so viele unterschiedliche Funktionen und Formeln, daher lasse ich sie in meiner Arbeit außen vor.

Vorüberlegungen

Das inklusive Unterrichtskonzept wurde entwickelt, damit alle Lernenden ein vertretbares Bedienungslevel für Standardsoftware, am Beispiel von TKSen, erreichen können. Unter einer Standardsoftware ist ein Programm gemeint, das für eine Vielzahl von Menschen zur Verfügung gestellt wird. Es werden keine speziellen Anforderungen an einzelne Personen oder Betriebe gestellt. Das Konzept wurde auf der Grundlage von Forschungsliteratur gestützt. Zu den Grundlagen gehörten unter anderem:

- feststellen können, welche Komponenten sich auf einem Arbeitsblatt (z.B. Tabellen, Diagramme) befinden⁵⁷
- zu den unterschiedlichen Komponenten auf dem Arbeitsblatt navigieren können⁵⁷
- mit verbundenen Zellenbereichen umgehen können⁵⁷
- den Inhalt zweier Zellen vergleichen können⁵⁸
- wichtige Bereiche für den späteren Gebrauch markieren und wiederfinden können⁵⁸
- Filter zum Zählen und Bestimmen von Werten verwenden können⁵⁸

Basierend auf die gelisteten Probleme wurde das Unterrichtskonzept entwickelt. Das Auftreten von atypischen Situationen sollte so gering wie möglich gehalten werden, indem man sich auf den Einsatz der Standardausrüstung beschränkt. Zwei Forschungsfragen wurden von den Autoren gestellt. „Lässt sich grundsätzlich mit der Standardausrüstung ein vertretbares Bedienungslevel von Standardsoftware erreichen?“ und „Lassen sich ggf. die gestellten Aufgaben auf dem Bedienungslevel in vertretbarer Zeit lösen?“. Auf Grundlage der oben aufgestellten Liste werden konkrete Aufgaben formuliert. Wenn es der Mehrheit der Teilnehmer gelingt, ausschließlich mit der

⁵⁷ vgl. [DP10]

⁵⁸ vgl. [SFH]

Standardausrüstung, alle Aufgaben zu lösen, kann die Frage mit „Ja“ beantwortet werden. Um die zweite Frage positiv zu beantworten darf der durchschnittliche Zeitbedarf der Teilnehmer mit Sehschädigung nicht doppelt so hoch sein, wie der Vergleichswert der Gruppe ohne Sehschädigung.⁵⁹

Das Konzept

Auch in diesem Unterrichtskonzept kann man kostengünstig fehlende Materialien aus einem Spielwarengeschäft beziehen. Die verschiedenen Mittel sollen einen haptischen Zugang zu den Inhalten vermitteln. Es werden LEGO™ Platten und –Bausteine, ein Ordner mit Trennblättern (Register) und drei TKS-Arbeitsmappen (damit ist eine ausführbare Datei am Computer gemeint) benötigt. Die Dateien beinhalten dabei unterschiedliche Aufgaben. In einer Aufgabe sollen die Lernenden über mehrere Arbeitsblätter eine Pfadverfolgungsübung lösen, in einer anderen hingegen sollen mit einem Ankreuztest (Multiple Choice Test - Single Choice)⁶⁰ Fragen zu elementaren Funktionen beantwortet werden und in der letzten Arbeitsmappe werden Prüfungs- und Übungsaufgaben aus einem ECDL⁶¹-Test zum Thema TKS gestellt. Bezüglich der ersten Aufgabe wurden die Sätze einer beliebigen Textpassage auf verschiedene Zellen verteilt, die sich auf unterschiedlichen Arbeitsblättern befinden. Jeweils am Ende eines Satzes steht die Adresse mit dem Anschluss text. Die Lernenden können den gesamten Text erst dann rekonstruieren, wenn sie alles richtig gemacht haben. Der Ankreuztest enthält Aufgaben in denen elementare Funktionen (z. B.: Summiere die Zellen im Bereich A2 bis A6) enthalten sind. Insgesamt werden vier Lösungsvorschläge angeboten, von denen drei logischerweise falsch sind und einer richtig ist. Jede mögliche Lösung verweist mit einer Zelladresse auf ein anderes Arbeitsblatt. Ist die Frage richtig beantwortet worden, befindet sich in der Zielzelle eine weitere Aufgabe. Bei einer falschen Antwort wird eine leere Zelle angezeigt. In jeder Zelle mit einer richtigen Antwort, wurde ein Buchstabe eingefügt. Nach allen richtig gelösten Fragen, ergab sich dann ein Lösungswort.

⁵⁹ vgl. [Cd15]

⁶⁰ Zu einer Frage stehen vorformulierte Antworten zur Auswahl. Beim Single Choice soll nur eine Antwort ausgewählt werden, da alle anderen Antworten falsch sind.

⁶¹ ECDL = Europäischer Computerführerschein (**E**uropean **C**omputer **D**riving **L**icence)

Um die abstrakte Notation mit den persönlichen Erfahrungen zu verknüpfen (inklusive Prinzipien) wurde ein Büroordner als haptisches Werkzeug verwendet. Es konnte mit Sicherheit angenommen werden, dass jeder der Teilnehmer eigene Erfahrungen mit einem Büroordner besaß. Begriffe eines TKS besitzen viele Parallelen mit dem Ordner. Denn Metaphern wie: „Arbeitsblätter können eingefügt bzw. gelöscht werden“ oder „Wechsel zum nächsten Arbeitsblatt“ sind nur einige Beispiele hierfür. Die Aufgabe einer Tabelle wird haptisch durch die LEGO Arbeitsplatte verdeutlicht. Es soll verstanden werden, dass es eine feste Anzahl von Zellen gibt, die eine Tabelle ergeben. Eine Zelle wird durch einen Legoknopf dargestellt. Durch das Tasten mit ihren Fingern ist es den Teilnehmern möglich die Beziehung zwischen Zeilen und Spalten zu erkennen. Somit verstehen sie die Zelladressierung. Sie sollten darüber reflektieren, warum nach dem Löschen von Zeilen und Spalten die Anzahl konstant bleibt. Eine große Herausforderung für Menschen mit einer Sehschädigung sind verbundene Zellen⁶². Hier taucht das Problem auf, das ein Screen Reader nur die Zelladresse der Zelle links oben verwendet, sodass andere Zellen im verbundenen Bereich beim Vorlesen übersprungen werden. Dadurch sind die übersprungenen Zellen für den blinden Menschen praktisch nicht vorhanden. Um ein besseres Verständnis zu erlangen werden die LEGO Arbeitsplatten mit den Bausteinen unterstützend verwendet. Es wird eine Rahmenstruktur des Zellbereichs nachgebaut, die so aussehen kann, wie sie in Abbildung 4 (siehe S. 18) dargestellt wird. Die obere große Zelle ist eine verbundene. In der vorbereiteten Arbeitsmappe gibt es konkrete Anwendungsbeispiele, die die Aufhebung und Erzeugung von Zellverbindungen verdeutlichen sollen. Im praktischen Teil werden am Computer Navigations- und Markierungstechniken (sogenannte Shortcuts) gezeigt, um Menschen mit einer Sehbehinderung das Navigieren im Programm zu ermöglichen. Durch die mündlich vermittelten Shortcuts wurden die Teilnehmer schneller und präziser bei der Navigation. Im Anschluss wurden Techniken erläutert, die man mit der Maus⁶³ verwenden kann, damit Menschen mit ausreichendem Sehvermögen diese am Computer testen konnten. Die sehenden Teilnehmer sollten sich wenigstens einmal mit der Tastatursteuerung auseinandersetzen. Den Lernenden wird geraten alle Shortcuts auszuprobieren, um später selbst

⁶² Aus zwei oder mehreren Zellen wird **eine** größere Zelle

⁶³ Eingabegerät beim Computer

zu entscheiden, welche Strategie für welche Aufgabenstellung am geeignetsten erscheint, um diese entsprechend anzuwenden.⁶⁴

Die Durchführung

Das Unterrichtskonzept wurde 2012 im Blindenzentrum St. Raphael in Bozen (Italien) getestet. Es wurden an unterschiedlichen Tagen Kurse angeboten, die jeweils ca. sieben Stunden andauerten. Es wurden zwei Stunden für die theoretischen Inhalte und Übungen mit den LEGO Platten/Bausteinen eingeplant. In den restlichen fünf Stunden sollen die Teilnehmer ihr erlerntes Wissen anhand vorgegebener Übungsaufgaben, die sie am Computer bearbeiten, vertiefen. Insgesamt nahmen an der Studie 21 Personen zwischen 14 und 69 Jahren teil. Ein Drittel war blind, ein Drittel hochgradig Sehbehindert und ein Drittel ohne Sehschädigung. Neun Teilnehmer waren weiblich und zwölf männlich. Die Vorkenntnisse unterschieden sich deutlich, da neun einen Hauptschulabschluss bzw. Studienabschluss erreicht hatten und die restlichen drei das Abitur. Der Großteil (17 Teilnehmer) nutzen den Computer nur manchmal bis selten. Die Teilnehmer wurden auf zwei Gruppen (zehn und elf) verteilt. Menschen mit einer Sehschädigung arbeiten in Gruppen meist mit Kopfhörern, da sie sich sonst gegenseitig stören (Aufgrund der Sprachausgabe die die Informationen des Computers akustisch wiedergeben). 13 Teilnehmer verwendeten ihren eigenen Computer, die anderen nutzten einen vom Veranstalter gestellten Computer. Auf allen Rechnern wurde das Betriebssystem Microsoft Windows™ installiert. 20 der Teilnehmer nutzten Microsoft Excel™ (vier unterschiedliche Versionen) und einer Open Office als TKS. JAWS™ wurde von 12 der 14 Teilnehmer mit Sehschädigung als Screen Reader verwendet. Die beiden anderen verwendeten anstatt eines Screen Readers eine Vergrößerungssoftware (Magic™, ZommText™).⁶⁵

⁶⁴ Vgl. [Cd15]

⁶⁵ Vgl. [CH13]

Resultat

Die meisten Teilnehmer waren sehr geschickt in der Handhabung der LEGO Platten und –Bausteinen. Sie wurden gebeten, ihre Gedankengänge zu reflektieren. Man beobachtete, dass alle Teilnehmer beim Suchen nach einer spezifischen Zelle im linken oberen Eck begannen. Sie folgten den Knöpfen (Erhebungen) auf der LEGO Platte horizontal und zählten die Spalten (A, B, C, usw.). Wenn sie die gewünschte Spalte gefunden hatten, folgten sie vertikal die Knöpfe hinab, bis sie zur richtigen Zelle kamen (z.B. F15; 6 Stellen nach rechts und 15 nach unten). Einige erklärten, dass sie dieselbe Technik auch bei der Brailleschrift nutzen, um sich einen Überblick über den abgedruckten Text zu verschaffen. Während der Pfadverfolgungsübung konnten zwei Strategien bei den Lernenden beobachtet werden. Einige der Teilnehmer öffneten einen Texteditor⁶⁶ um sich die Zelladressen zu notieren. Passend zur Zelladresse fügten sie das Textstück in den Texteditor ein. Nur wenige verwendeten dabei einen Papier-Block bzw. das Mobiltelefon (Handy), um sich die Reihenfolge zu notieren/speichern. Die restlichen Teilnehmer bearbeiteten die Aufgabe ohne eine konkrete Strategie. Die Folge war, dass sie bei einer Unachtsamkeit von vorne beginnen mussten, während Teilnehmer mit einer Strategie beim vorherigen Pfadpunkt fortfahren konnten. Dabei konnte beobachtet werden, dass deutlich mehr Teilnehmer mit Sehschädigung eine Strategie anwandten als nicht Sehgeschädigte. Daher lösten sie die Aufgabe schneller als die Teilnehmer ohne Sehschädigung. Leider ist es vier Teilnehmern nicht gelungen, trotz Übungen und zusätzlichen Erklärungen, die Aufgabe „Zellen zu verbinden/teilen“ an einem selbst gewählten Beispiel nachvollziehbar zu erklären (jeweils zwei hatten kein bzw. volles Sehvermögen). Von dem Lehrenden wurde angemerkt, dass die vier Teilnehmer wenig bis keine Erfahrungen mit dem Umgang von TKS hatten, was sich im Verlauf des Kurses nachteilig bemerkbar machte. Es stellte sich zudem heraus, dass bei ungefähr der Hälfte der Aufgaben erblindete Teilnehmer schneller zur gewünschten Lösung kamen als die Gruppe mit Sehschädigung. Zuerst versuchten die Teilnehmer mit Sehschädigung die Aufgaben unter Anwendung der Maus und ihrem restlichen Sehvermögen zu lösen. Erst als Schwierigkeiten auftraten, wechselten sie zur Tastatursteuerung. Interessant war außerdem,

⁶⁶ Ein Programm indem man Texte schreiben und speichern kann

dass bei der Aufgabe „Finde den gefüllten Bereich“ drei Teilnehmer ohne Sehschädigung die schlechtesten Ergebnisse erzielten. Sie versuchten mit Hilfe der Bildlaufleisten⁶⁷ den entsprechenden Bereich zu finden, was aber bedeutend länger dauerte als die alternativen Techniken, die von den Teilnehmern mit Sehschädigung angewandt wurden. Bedeutsam für das Konzept war, dass die Teilnehmer großes Geschick bei der Zellnavigation auf den LEGO Arbeitsplatten zeigten. Die Verwendung von LEGO Platten als haptische Repräsentation von Tabellenstrukturen eignet sich somit gut.⁶⁸

Die erste Forschungsfrage konnte mit „Ja“ beantwortet werden, da sechs von sieben blinden Teilnehmern und fünf von sieben mit Sehbehinderung alle Aufgaben unter Verwendung von Standardsoftware lösen konnten. Die zweite Forschungsfrage beschäftigte sich damit, ob sich die gestellten Aufgaben auf dem Bedienungsniveau in vertretbarer Zeit lösen lassen. Auch diese Frage wurde positiv beantwortet. Der durchschnittliche Zeitbedarf der Teilnehmer mit Sehschädigung war nicht mehr als doppelt so hoch wie der Vergleichswert der Kontrollgruppe ohne Sehschädigung. Bei manchen Aufgaben war die Bearbeitungszeit von Teilnehmern mit Sehschädigung sogar kürzer als bei denen ohne Sehschädigung. Interessant war auch das Ergebnis, das sich zwischen den Gruppen „Blind“ und „Sehbehinderung“ bezüglich der Bearbeitungszeit ergab. Beim Gesamtdurchschnitt aller Aufgaben benötigte die Gruppe mit Sehbehinderung mehr Zeit als die Gruppe die Blind war. Das beruht darauf, dass die Gruppe mit Sehbehinderung zuerst versucht hatte, die Aufgabe mit Hilfe ihres eingeschränkten Sehvermögens zu lösen. Als sie jedoch scheiterten, versuchten sie es mit den blindenspezifischen Techniken, wodurch sich der Zeitverlust ergab.⁶⁹

Das Unterrichtskonzept war somit erfolgreich, da beide Forschungsfragen mit „Ja“ beantwortet wurden. Es ist eine inklusive Methode, die in der informati-schen Bildung gut einsetzbar ist.

⁶⁷ Verschiebung eines Ausschnitts des dargestellten Inhalts (Scrollbar)

⁶⁸ vgl. [Cd15]

⁶⁹ vgl. Ebd

4. Fazit und Ausblick

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Inklusion von Schülern mit eingeschränkter Sehfähigkeit in der informatischen Bildung. Nach Klärung der Begriffe „Inklusion“ (Abschnitt 1.2) und „Seherschädigung“ (Abschnitt 2.1) wurde deutlich, dass ohne den Einsatz von „Assistive Technologien“ (Abschnitt 2.2) ein inklusiver Unterricht von Schülern mit Seherschädigung schwierig bzw. nicht zu ermöglichen ist. Zwar könnten behinderungsbedingte Nachteile in der Klassengemeinschaft reduziert werden, wenn Schüler mit Seherschädigung in der Klassengemeinschaft akzeptiert und respektiert werden, aber ein eigenständiges Arbeiten am Computer könnte nicht stattfinden. Somit müssen sich Menschen mit Seherschädigung den Herausforderungen der AT stellen, damit eine schulische sowie soziale Inklusion gelingen kann.

Kritisch zu betrachten ist daher, ob das volle Potenzial der AT von Schülern und Lehrkräften ausgeschöpft wird, damit sie möglichst effizient genutzt werden können. Da die Anschaffungskosten für AT für Schulen oder Universitäten groß wären, müssten die Lehrkräfte im Umgang mit diesen gut ausgebildet werden. Anzunehmen ist, dass sich Lehrer das Wissen über die unterschiedlichen Hilfsmittel für Sehgeschädigte selbst aneignen, da es keine Weiterbildungen in diesem Bereich gibt. Auch im Lehramtsstudium für den Informatikunterricht werden keine Vorlesungen oder Seminare angeboten, um AT und deren möglichen Einsatz im Unterricht kennenzulernen.

Die zwei vorgestellten Unterrichtskonzepte in Kapitel 3 waren beide erfolgreich. Leider war aus pädagogischer Sicht die Gruppenstärke zu gering, so dass nicht beurteilt werden kann, ob sich das Ergebnis in einer Schulklasse von ca. 25-30 Schülern wiederholen lässt.

Aus sozialer Sicht ist das Thema Inklusion für Schüler mit und ohne Sehschädigung vorteilhaft. Sehgeschädigte werden nicht von ihren Mitschülern aus dem Unterricht ausgegrenzt und erhalten das Gefühl wertgeschätzt zu werden. Auch Schüler ohne Sehschädigung ziehen ihre Vorteile aus einer Inklusion, denn sie können sich eine eigene Meinung zum Thema Inklusion bilden. Es stellt sich jedoch die Frage, ob der spätere Schulabschluss von Schülern mit und ohne Sehschädigung objektiv gleichwertig ist. Es können u. a. folgende Probleme auftreten. Es wurde nur die Sehschädigung als Behinderungsart angenommen. Falls weitere Behinderungen bei Schülern vorliegen, wird ein Erreichen der objektiven Lernziele unvorstellbar. Außerdem kommt es vor, dass Schüler mit Sehschädigung die AT nicht erlernt haben. Daher können sie diese Techniken nicht anwenden, sodass eine gleichwertige Unterrichtsteilnahme nur erschwert möglich ist.⁷⁰

Das letztere Problem versucht Dino Capovilla im Blindenzentrum St. Raphael (Südtirol) zu lösen. In Fortbildungen werden Schüler mit Sehschädigung individuell im Umgang mit den für Sie relevanten AT geschult. Jedoch ist unklar, ob ein solches Training integraler Bestandteil einer inklusiven Schule sein kann. Auch ein Wissensaustausch der Lehrkräfte müsste hierfür organisiert werden. Es bleibt eine offene Forschungsfrage, die Capovilla und Gebhardt in der Zukunft beantworten wollen.⁷⁰

⁷⁰ vgl. [CG16]

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, *Johannes Seeger*, dass ich die vorliegende Arbeit über

Inklusion von Schülerinnen und Schülern mit eingeschränkter Sehfähigkeit in der informatischen Bildung

verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Gedanklich, inhaltlich und wörtlich übernommenes habe ich durch Angabe von Herkunft und Text oder Anmerkung belegt bzw. kenntlich gemacht. Dies gilt in gleicher Weise für Bilder, Tabellen, Zeichnungen und Skizzen, die nicht von mir selbst erstellt wurden.

Münster, den

Vorname Nachname

Literaturverzeichnis

Alle Internetquellen wurden zuletzt am 02.04.2017 geprüft

[BA11] Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Referat Informationen, Publikation (2011): Übereinkommen der Vereinten Nationen über die Rechte von Menschen mit Behinderung. Bonn

[Bh11] Bielefeldt, H. (2011): Inklusion als Menschenrechtsprinzip: Perspektiven der UN Behindertenrechtskonvention. Stuttgart

[Bö13] Böing, U. (2013): Schritte inklusiver Schulentwicklung: Erkenntnisse für die barrierefreie Teilhabe hochgradig sehbehinderter und blinder Kinder und Jugendlicher an inklusiven Bildungsprozessen. Würzburg: Ed. Bentheim

[BRK] Übereinkommen der Vereinten Nationen über die Rechte von Menschen mit Behinderung: (2008): Artikel 24. <http://www.bmas.de/DE/Service/Medien/Publikationen/a729-un-konvention.html>

[BSV] Blinden- und Sehbehindertenverein Schleswig-Holstein e. V. <http://www.bsvsh.org/index.php?menuid=101&reporeid=165>

[Bu99] Bleidick, U. (1999): Behinderung als pädagogische Aufgabe: Behindernungsbegriff und behindertenpädagogische Theorie. Stuttgart

[Cd15] Capovilla, D. (2015): Inklusion in der Informatischen Bildung am Beispiel von Menschen mit Sehschädigung. Technische Universität. München

-
- [CG16] Capovilla, D. und Gebhardt, M. (2016): Assistive Technologien für Menschen mit Sehschädigungen im inklusiven Unterricht. Zeitschrift für Heilpädagogik 67, S. 4-15
- [CH13] Capovilla, D. und Hubwieser, P. (2013): Teaching Spreadsheets to visually-Impaired Students in an Environment Similar to a Mainstream Class
- [CKH] Capovilla, D., Krugel, J. und Hubwieser, P. (2013): Teaching algorithmic thinking using haptic models for visually impaired students
- [De96] Dinninghaus, E. (1996): Die Förderung der Lesegeschwindigkeit bei blinden und sehbehinderten Jugendlichen und jungen Erwachsenen. Zeitschrift für das Sehgeschädigten-Bildungswesen 2/1996, S. 95-100
- [Dg07] Douglas, G., Corcoran, C. und Pavey, S. (2007): The role of the WHO ICF as a framework to interpret barriers and to inclusion: visually impaired people's views and experiences of personal computers. British Journal of Visual Impairment 25 (1), S. 32-50
- [DI06] Buttke, R., Carstens, B., Engelmann, L. und Rafelt, W. (2006): Duden Informatik - Sekundarstufe I / 9./10. Schuljahr - Profilinformatik. Duden Schulbuch, S. 91
- [DP10] Doush, I. A. und Pontelli, E. (2010): Detecting and recognizing tables in spreadsheets. In: D. Doermann, V. Govindaraju, D. Lopresti und P. Natarajan (Hrsg.). Proceedings of the 9th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems DAS 2010. Cambridge, USA, ACM, New York, S. 471-478
- [Ds07] Degenhardt, S. (2007). Blindheit und Sehbehinderung, in J. Borchert (Hrsg.), Einführung in die Sonderpädagogik, Oldenbourg Verlag, München, S. 40-41

-
- [Ft12] Frühauf, T. (2012): Von der Integration zur Inklusion - Ein Überblick. 3. Auflage. Marburg, S. 24
- [GR15] Groschwald, A., Rosenkötter, H. (2015): Inklusion in Krippe und Kita: Ein Leitfaden für die Praxis. Freiburg in Bresgau, S. 13
- [H08a] Hofer, U. (2008): Sehen oder Nichtsehen: Bedeutung für Lernen und aktive Teilhabe in verschiedenen Bereichen des Lernen und Lehrens. In: Lang, M., Hofer, U. und Beyer, F. (Hrsg.): Didaktik des Unterrichts mit blinden und hochgradig sehbehinderten Schülerinnen und Schülern. Band 1: Grundlagen. Stuttgart, S. 28
- [H08b] Hofer, U. (2008): Allgemeindidaktische Modelle: Ihre Ressourcen für den Unterricht mit blinden und hochgradig sehbehinderten Kindern und Jugendlichen. In: Lang, M., Hofer, U. und Beyer, F. (Hrsg.): Didaktik des Unterrichts mit blinden und hochgradig sehbehinderten Schülerinnen und Schülern. Band 1: Grundlagen. Stuttgart, S. 144
- [Hc16] Häfele, C. (2016): Vom Kinderzimmer zur Kl.
<https://www.techtag.de/wp-content/uploads/2016/11/Braillezeile.jpg>
- [Hp05] Hubwieser, P. (2005): Von der Funktion zum Objekt-Informatik für die Sekundarstufe 1. In Friedrich, S. (Hrsg.): Unterrichtskonzepte für informatische Bildung: INFOS 2005 – 11. GI-Fachtagung Informatik und Schule, Dresden. Vol. 11. Köllen, Bonn, S. 27-41
- [IC01] Institut für bildungscoaching: Inklusion
<https://www.institut-bildung-coaching.de/wissen/lernen-hintergrundwissen/inklusion-definition-geschichte.html>
- [KL14] Kernlehrplan Informatik: Gymnasiale Oberstufe (NRW)
<http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/informatik/index.html>

-
- [KL15] Kernlehrplan Informatik: Realschule (NRW)
http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SI/RS/wp-if/KLP_RS_WP_Informatik_Endfassung.pdf
- [Lm08] Inhaltsbereiche und konkrete Ausgestaltung einer spezifischen Didaktik des Unterrichts mit blinden und hochgradig sehbehinderten Schülerinnen und Schülern. In: Lang, M., Hofer, U. und Beyer, F. (Hrsg.): Didaktik des Unterrichts mit blinden und hochgradig sehbehinderten Schülerinnen und Schülern. Band 1: Grundlagen. Stuttgart, S. 179
- [Ma14] Mulloy, A., Gevarter, C., Hopkins, M., Sutherland, K. und Ramdoss, S. (2014): Assistive Technology for Students with Visual Impairments and Blindness. In: Lancioni, G., Sigh, N. und Nirbhay, N. (Hrsg.): Assistive Technologies for People with Diverse Abilities. New York. Springer, S. 113-155
- [O17] Ohne Verfasser. (2017): Introduction to computational thinking. BBC Bitesize. <http://www.bbc.co.uk/education/guides/zp92mp3/revision/2>
- [Rw87] Rath, W. (1987): Sehbehindertenpädagogik. Kohlhammer, S. 19f
- [Sa13] Schöb, A. (2013): Definition Inklusion
<http://www.inklusion-schule.info/inklusion/definition-inklusion.html>
- [SB16] Statistisches Bundesamt (2016): Sozialeleistungen. Schwerbehinderte Menschen. Fachserie 13 Reihe 5.1. Wiesbaden, S. 6-10
- [SGB] Sozialgesetzbuch (SGB IX). Neuntes Buch: Rehabilitation und Teilhabe behinderter Menschen. § 2 Absatz 1
- [SFH] Stockman, T., Frauenberger, C. und Hind, G. (2005): Interactive sonification of spreadsheets. Proceedings of the 12th Meeting of the ICAD 2005. Limerick, Ireland, S 134-139

[SW11]Shinohara, K. und Wobbrock, J. (2011): in the shadow of misperception: assistive technology use and social interactions. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, S. 705-714

[UN94]Unesco: Salamanca Erklärung
http://www.unesco.at/bildung/basisdokumente/salamanca_erklaerung.pdf

[Wj06] Wing, J. (2006): Computational Thinking. Communications of the ACM. Vol. 49, No. 3. <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>

[Wr14] Walthes, R. (2014): Einführung in die Pädagogik bei Blindheit und Sehbeeinträchtigung, 3 Auflage, Ernst Reinhardt Verlag. München.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Braillezeile (Quelle: [Hc16]).....	9
Abbildung 2 – Baumstruktur (Quelle: eigene Herstellung).....	16
Abbildung 3 – Haptik Modell 1 (Quelle: [CKH], S. 3).....	17
Abbildung 4 – Haptik Modell 2 (Quelle: [CKH], S. 3).....	18

Abkürzungsverzeichnis

AT	-	Assistive Technologien
BRK	-	Übereinkommen über die Rechte von Menschen mit Behinderungen
bzw.	-	beziehungsweise
c. a.	-	circa
d. h.	-	das heißt
Ebd.	-	Ebenda
ECDL	-	European Computer Driving Licence
etc.	-	et cetera
SGB	-	Sozialgesetzbuch
TKS	-	Tabellenkalkulationssystem
TKSe	-	Tabellenkalkulationssysteme
u. a.	-	unter anderem
UNO	-	Organisation der Vereinten Nationen
usw.	-	und so weiter
vgl.	-	vergleiche
z. B.	-	zum Beispiel

Anlagenverzeichnis

ASCII Zeichensatz

Dec	Hx	Oct	Char	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	NUL (null)	32	20	040	##32;	Space	64	40	100	##64;	@	96	60	140	##96;	`
1	1	001	SOH (start of heading)	33	21	041	##33;	!	65	41	101	##65;	A	97	61	141	##97;	a
2	2	002	STX (start of text)	34	22	042	##34;	"	66	42	102	##66;	B	98	62	142	##98;	b
3	3	003	ETX (end of text)	35	23	043	##35;	#	67	43	103	##67;	C	99	63	143	##99;	c
4	4	004	EOT (end of transmission)	36	24	044	##36;	\$	68	44	104	##68;	D	100	64	144	##100;	d
5	5	005	ENQ (enquiry)	37	25	045	##37;	%	69	45	105	##69;	E	101	65	145	##101;	e
6	6	006	ACK (acknowledge)	38	26	046	##38;	&	70	46	106	##70;	F	102	66	146	##102;	f
7	7	007	BEL (bell)	39	27	047	##39;	'	71	47	107	##71;	G	103	67	147	##103;	g
8	8	010	BS (backspace)	40	28	050	##40;	(	72	48	110	##72;	H	104	68	150	##104;	h
9	9	011	TAB (horizontal tab)	41	29	051	##41;	)	73	49	111	##73;	I	105	69	151	##105;	i
10	A	012	LF (NL line feed, new line)	42	2A	052	##42;	*	74	4A	112	##74;	J	106	6A	152	##106;	j
11	B	013	VT (vertical tab)	43	2B	053	##43;	+	75	4B	113	##75;	K	107	6B	153	##107;	k
12	C	014	FF (NP form feed, new page)	44	2C	054	##44;	,	76	4C	114	##76;	L	108	6C	154	##108;	l
13	D	015	CR (carriage return)	45	2D	055	##45;	-	77	4D	115	##77;	M	109	6D	155	##109;	m
14	E	016	SO (shift out)	46	2E	056	##46;	.	78	4E	116	##78;	N	110	6E	156	##110;	n
15	F	017	SI (shift in)	47	2F	057	##47;	/	79	4F	117	##79;	O	111	6F	157	##111;	o
16	10	020	DLE (data link escape)	48	30	060	##48;	0	80	50	120	##80;	P	112	70	160	##112;	p
17	11	021	DC1 (device control 1)	49	31	061	##49;	1	81	51	121	##81;	Q	113	71	161	##113;	q
18	12	022	DC2 (device control 2)	50	32	062	##50;	2	82	52	122	##82;	R	114	72	162	##114;	r
19	13	023	DC3 (device control 3)	51	33	063	##51;	3	83	53	123	##83;	S	115	73	163	##115;	s
20	14	024	DC4 (device control 4)	52	34	064	##52;	4	84	54	124	##84;	T	116	74	164	##116;	t
21	15	025	NAK (negative acknowledge)	53	35	065	##53;	5	85	55	125	##85;	U	117	75	165	##117;	u
22	16	026	SYN (synchronous idle)	54	36	066	##54;	6	86	56	126	##86;	V	118	76	166	##118;	v
23	17	027	ETB (end of trans. block)	55	37	067	##55;	7	87	57	127	##87;	W	119	77	167	##119;	w
24	18	030	CAN (cancel)	56	38	070	##56;	8	88	58	130	##88;	X	120	78	170	##120;	x
25	19	031	EM (end of medium)	57	39	071	##57;	9	89	59	131	##89;	Y	121	79	171	##121;	y
26	1A	032	SUB (substitute)	58	3A	072	##58;	:	90	5A	132	##90;	Z	122	7A	172	##122;	z
27	1B	033	ESC (escape)	59	3B	073	##59;	;	91	5B	133	##91;	[	123	7B	173	##123;	{
28	1C	034	FS (file separator)	60	3C	074	##60;	<	92	5C	134	##92;	\	124	7C	174	##124;	|
29	1D	035	GS (group separator)	61	3D	075	##61;	=	93	5D	135	##93;	]	125	7D	175	##125;	}
30	1E	036	RS (record separator)	62	3E	076	##62;	>	94	5E	136	##94;	^	126	7E	176	##126;	~
31	1F	037	US (unit separator)	63	3F	077	##63;	?	95	5F	137	##95;	_	127	7F	177	##127;	DEL

Quelle: <http://www.asciitable.com/>

Lineare Suche als Pseudocode

```
1:   funktion lineareSuche(Feld n, Element k)
2:       for i:=0 to |n| - 1 do
3:           if n[i] = k then
4:               return true;
5:       return false;
```

Binäre Suche als Pseudocode

```
1:   funktion binaereSuche(Feld n, Element k)
2:       anfang = 0;                - linke Grenze
3:       ende = |n| - 1;           - rechte Grenze
4:       while anfang ≤ ende do
5:           mitte = |(anfang + ende)/2|; - Mitte des Bereichs
6:           if k = n[mitte] then    - untersuche Element
7:               return true;       - Element gefunden
8:           else
9:               if k < n[mitte] then
10:                  ende = mitte - 1; - Suche in linke Hälfte
11:              else
12:                  anfang = mitte + 1; - Suche in rechte Hälfte
13:       return false;             - nicht gefunden
```