

Unterricht für
Schülerinnen
und Schüler
mit Förderbedarf
Sehen

3.8
**Unterrichts-
fächer
im Blick:
Infomations-
technologie**



Erarbeitet im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus

Leitung des Arbeitskreises:

Julian Diegruber Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (extern)

Mitglieder des Arbeitskreises:

Berger Christiane	Förderzentrum Förderschwerpunkt Sehen, Nürnberg
Bock Ulrich	Maria-Ludwig-Ferdinand-Schule, München
Dannert, Veronika	Edith-Stein-Schule, Unterschleißheim
Kechel Elena	Graf-zu-Bentheim-Schule, Würzburg

Redaktion:

Julian Diegruber Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (extern)

Herausgeber: Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung

Anschrift: Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung

Abteilung Grund-, Mittel-, Förderschulen und Inklusion

Schellingstr. 155

80797 München

Tel. 089 2170-2150

Fax 089 2170-2815

E-Mail: kontakt@isb.bayern.de

Internet: www.isb.bayern.de

Inhalt

1	Vorbemerkung	4
2	Die Lernausgangslage von Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf Sehen im Bereich Informationstechnologie	5
3	Ziele des informationstechnologischen Unterrichts im Förderschwerpunkt Sehen	7
4	Ansätze zum Einsatz assistiver Technologien im Unterricht	9
4.1	Assistive Technologien	9
4.2	Zusätzliche Förderung	14
4.3	Arbeitsplatzgestaltung	14
4.4	Didaktisch-methodische Maßnahmen	16
5	Beispiele zu ausgewählten Lernbereichen	20
5.1	Tastschreiben / Texterfassung	20
5.2	Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Bildbearbeitung	20
5.3	Datenverwaltung, Datenbanken	22
5.4	Informationsbeschaffung	23
5.5	Präsentation, Design, computergestützte Konstruktion	24
5.6	Betriebssysteme	25
5.7	Programmierung, Robotik, KI	26
6	Literatur, weiterführende Informationen und Anregungen	30

1 Vorbemerkung

Für diesen Baustein wurde als Überschrift „Informationstechnologie“ gewählt, weil dieser Begriff am ehesten als Oberbegriff für die Inhalte im Zusammenhang mit dem Einsatz computergestützter Medien dient. Die damit verbundenen Inhalte werden zwar in allen Schularten behandelt, sind dort jedoch teilweise in verschiedenen Fächern integriert oder auch im Fach Informatik anders benannt. Ziel dieses Textes ist es, möglichst für den Unterricht in allen Schularten wichtige Aspekte darzustellen. Die Übertragung in das jeweilige Schulfach muss vor Ort in Zusammenarbeit mit dem MSD geleistet werden.

2 Die Lernausgangslage von Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf Sehen im Bereich Informationstechnologie

Frühe, teils an-
dere Erfahrungen

Häufig machen Kinder mit Sehbeeinträchtigung sehr frühe Erfahrungen mit technischen Medien, weil diese als Ersatz dienen für eingeschränkte visuelle Erfahrungen (z. B. Bilderbücher, Beobachtung des Geschehens). Technische Geräte wie Audioplayer oder Vorlesestifte machen Hörspiele oder akustische Informationen zugänglich und Smartphones oder Tablets erleichtern mit ihren Zoomfunktionen das visuelle Erkennen. Dadurch bieten diese Technologien für die Kinder vergleichsweise barrierefreie Unterhaltung und Informationsentnahme.

Technik als Brü-
cke zur Inklusion

Im Kontext Schule kann ein individuell angepasstes technisches Gerät für mehrere „Schulwerkzeuge“ ein geeignetes Ersatzmedium sein: Es kann den Schreibstift, das Schulheft, das Schulbuch und Lexika, den Taschenrechner und Printmedien (z. B. Zeitschriften, Lektüre) ersetzen (Kalina 2011, 233). Die Schülerinnen und Schüler sind deshalb häufig sehr früh mit technischen Geräten vertraut. Gerade im inklusiven Unterrichtssetting ist die Beherrschung der technischen Hilfsmittel bisweilen sogar die Voraussetzung, um dem allgemeinen Unterricht überhaupt folgen zu können.

Visuelle inhaltli-
che Barrieren

Visuell ausgerichtete Inhalte sind trotz digitaler Mediennutzung nicht immer zugänglich (z. B. Erklärfilme, Grafiken). Insbesondere hochgradig sehbehinderte und blinde Menschen können die mehrheitlich visuell aufgebauten Inhalte nur mit hochspezifischen assistiven Technologien (vgl. [4.1 Assistive Technologien](#)) oder teilweise auch gar nicht erfassen. Assistive Geräte und Programme übertragen visuelle Inhalte in Brailleschrift und / oder Sprachausgabe, wenn bestimmte technische Voraussetzungen gegeben sind (z. B. textbasierte Aufbereitung von Daten).

Erschwerter intui-
tiver Zugang

Die Nutzung assistiver technischer Geräte erfordert entsprechende Kompetenzen. Je nach Einschränkungsgrad kann die Funktionsweise von Geräten aber nicht intuitiv erkannt und die Bedienung eigenständig erlernt werden (z. B. Icons und Symbole). Auch Lernen durch Nachahmung und intuitives Erkennen durch Betrachten sind bei Sehbehinderung und Blindheit deutlich erschwert.

Wenn eine nicht-visuelle Steuerung der Geräte erfolgen soll, werden anstelle von Maus- oder Touchauswahl bestimmte Tastenbefehle (sog. Shortcuts) verwendet. Diese Be-

fehle sind nicht vergleichbar mit den gewohnten Steuerungsvorgängen sehender Menschen und müssen für jede einzelne Handlung erlernt werden (z. B. Alt-Taste plus F4-Taste zum Beenden eines Programms). Intuitiv lassen sich diese Vorgehensweisen nicht erschließen und sie bedürfen häufiger Übung.

Fehlende Unterrichtsmaterialien
Das Wissen um diese hochspezifischen Techniken und Anwendungsweisen ist nicht zentral in Handreichungen oder Lehrbüchern abrufbar. Denn abhängig von der Ausstattung mit unterschiedlichsten Hilfsmitteln und Versionen werden jeweils andere Kompetenzen benötigt. Zudem ist die Anzahl der Nutzerinnen und Nutzer im Förderschwerpunkt Sehen so gering, dass Unterrichtsmaterialien kaum vermarktet werden. Lehrkräfte können deshalb nur auf Sammlungen einzelner Kompetenzzentren und engagierter Fachleute zurückgreifen. Die Schülerinnen und Schüler sind darauf angewiesen, dass sich kompetente Partner finden, die das Wissen zusammentragen und sie schulen.

Fazit
Im Förderschwerpunkt Sehen begegnen die Schülerinnen und Schüler der Informationstechnologie in der Regel bereits im Grundschulalter auf sinnstiftende Weise. Ihre Arbeitsweise und das dafür benötigte Wissen werden allerdings eher nicht systematisch aufgebaut, sondern entstehen situativ aus den Bedürfnissen im Unterrichtsgeschehen. Damit wird deutlich, dass die technischen Möglichkeiten zwar groß und bedeutsam sind, der Einsatz der notwendigen, sehr spezifischen assistiven Brückentechnologien aber besondere Zuwendung erfordert.

3 Ziele des informationstechnologischen Unterrichts im Förderschwerpunkt Sehen

Informationstechnologien können eine wichtige Brücke schlagen zwischen der stark visuell ausgerichteten gesellschaftlichen Lebensrealität und den Bedürfnissen von Menschen mit Sehbeeinträchtigung. Diese Brückentechnologien spielen deshalb gerade in der inklusiven Schulung eine zentrale Rolle. Gleichwohl verbergen sich hinter der Idee „angepasster Lösungen“ große Herausforderungen für den gemeinsamen Unterricht, weil häufig andere Herangehensweisen notwendig sind als die im allgemeinen Unterricht „üblichen“.

Die in allen Schularten und Lehrplänen formulierten technischen, medialen und gesellschaftlichen Kompetenzerwartungen rund um die Informationstechnologie gelten natürlich ebenso für Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen.

Allerdings sind nicht alle Programme, Inhalte und Methoden uneingeschränkt zugänglich (z. B. Steuerung mit der Maus, Bildbearbeitung, visuelle Programmiersprachen). Deshalb sind inhaltliche und methodische Anpassungen notwendig (vgl. [4.4 Didaktisch-methodische Maßnahmen](#)).

Zusätzlich zu den fachspezifischen Kompetenzen des informationstechnologischen Unterrichts im jeweiligen Bildungsgang müssen spezifische Lerninhalte vermittelt werden, welche für Schülerinnen und Schüler ohne Seheinschränkung teilweise nicht relevant sind.

Die sichere Beherrschung der spezifisch adaptierten Techniken ist eine der wichtigsten Kernkompetenzen für Menschen mit Sehbeeinträchtigung. Denn wer diese Brückentechniken beherrscht, dem eröffnen sich ganz neue Perspektiven der selbstbestimmten Teilhabe. Dies gilt neben dem schulischen und sozialen Bereich insbesondere für berufliche Möglichkeiten.

Folgende zusätzliche Ziele für den Unterricht sind besonders wichtig:

- Umfassendes Verständnis für den Aufbau und die grundlegenden Funktionen des Computers (z. B. hierarchische Struktur bei der Dateiverwaltung)
- Vielfältige Kenntnis technischer Geräte und Möglichkeiten (z. B. Bedienungshilfen und unterstützende Grundeinstellungen)
- Sichere Beherrschung alternativer Steuerungsmöglichkeiten von gängiger Hardware und Software (z. B. Shortcuts)

- Zusätzlich sichere Bedienung spezifischer assistiver Geräte und Programme (z. B. Screenreader, Vergrößerungssoftware)
- Kompensation des verlangsamten Arbeitstemos durch automatisierte Beherrschung aller Techniken (z. B. 10-Finger-System, Sprachausgabe, ...)
- Wahrnehmen der unterstützenden Technik als unerlässliche Voraussetzung für eine gesellschaftliche und berufliche Teilhabe bei Blindheit und Sehbehinderung
- Flexibilität bei der Auswahl von situativ am besten geeigneten Medien
- Souveränität beim technischen Umgang mit visuellen Barrieren (z. B. Umwandlung in ein anderes, barrierefreies Dateiformat)
- Wissen um die Bedeutung einer gesunden Körperhaltung beim Arbeiten mit technischen Geräten und um Möglichkeiten des Ausgleichs / der Entspannung
- Erleben technischer Geräte als Chance zur sozialen Integration (z. B. Verfolgen oder Anlegen von Social-Media-Kanälen) und zum Austausch mit Gleichbetroffenen
- Wissen über Informationsquellen zu aktuellen Hilfsmittelentwicklungen

Ergänzende Anmerkung

Im adaptierten LehrplanPLUS für den Förderschwerpunkt Sehen gibt es das profilgebende Fach Informations- und Kommunikationstechnische Bildung (IKB) in den Jahrgangsstufen 2 bis 4, um den Schülerinnen und Schülern die grundlegenden spezifischen informationstechnologischen Kompetenzen zu vermitteln. Eine ausführliche Übersicht zu den förderschwerpunktspezifischen Kompetenzerwartungen bietet der [Fachlehrplan](#).

4 Ansätze zum Einsatz assistiver Technologien im Unterricht

4.1 Assistive Technologien

Damit für Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen informationstechnisches Lernen und Arbeiten überhaupt gelingen kann, sind insbesondere bei Blindheit und hochgradiger Sehbehinderung sehr spezifische technische Geräte und Programme notwendig. Die wichtigsten sollen im Folgenden kurz vorgestellt werden.

Verschiedene Hilfsmittelfirmen haben sich auf die Bedürfnisse von Menschen mit Sehinschränkung spezialisiert. Die Mehrzahl der Personen, die Hilfsmittel benötigen, ist nicht im Schulalter. Deshalb ist das Angebot für schulische Belange klein und kostenintensiv, zugleich aber unübersichtlich, weil beständig neue Entwicklungen ältere verdrängen. Informationsquellen zu Hilfsmittelfirmen und -ausstellungen sind über den MSD erhältlich und in [6. Literatur, weiterführende Informationen und Anregungen](#) aufgeführt.

Vergrößerungssoftware

Zusätzlich zu den im jeweiligen Betriebssystem bereits integrierten Zoommöglichkeiten bieten spezielle Programme zur Vergrößerung komfortable und sehr individuell angepasste Lesehilfen. Neben sehr individuellen, starken Vergrößerungsmöglichkeiten helfen beispielsweise kontrastreiche Markierungen bei der Orientierung im Text. „Durchlauftexte“, ähnlich einem Teleprompter, erleichtern das Beibehalten des Blickpunkts. Damit bei starker Vergrößerung kein kantiges Bild entsteht, sind Glättungen integriert. Für besseres Erkennen bei Blendempfindlichkeit oder Farbsinnstörungen sind Farbumkehrungen und Farbänderungen flexibel möglich. Hinzu kommen sehr gut erkennbare Darstellungsformen des Cursors und des Mauszeigers, sowie Fokusverfolgung, Farbverstärkung oder verlangsamtes Verschieben des Fokusbereichs. Häufig bietet eine derartige Software auch gute Vorlesefunktionen und einfach verfügbare Steuerungsmöglichkeiten.

Je mehr Einstellungen und Leistungen ein Vergrößerungsprogramm beinhaltet, desto schwerfälliger wird allerdings die Funktionsweise. Arbeitsspeicher und Grafikkarte werden durch diese Programme stark beansprucht und es kann deshalb zu unerwarteten Störungen kommen.

Darüber hinaus führt eine starke Vergrößerung dazu, dass nicht mehr der gesamte Bildschirminhalt betrachtet werden kann. Deshalb muss erheblich intensiver navigiert werden, was zeitaufwändig ist und beim Umgang mit der Maus auch zu Ungenauigkeiten führen kann. Sicherer und schneller ist zumeist die Navigation mit Tastaturkommandos (Kalina 2011, 235).

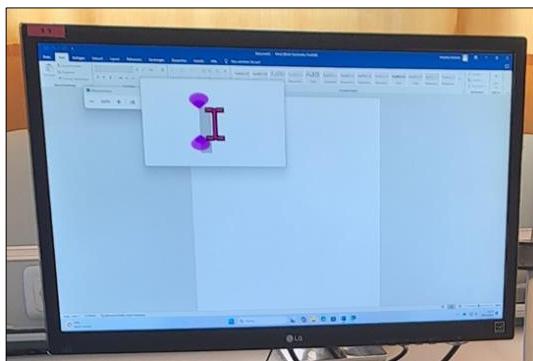


Abbildung 1: Schreibprogramm mit stark hervorgehobenem Cursor in einem Lupenfenster. Es wird deutlich, dass ein starker Zoom den Überblick massiv beeinträchtigt.
Quelle: ISB

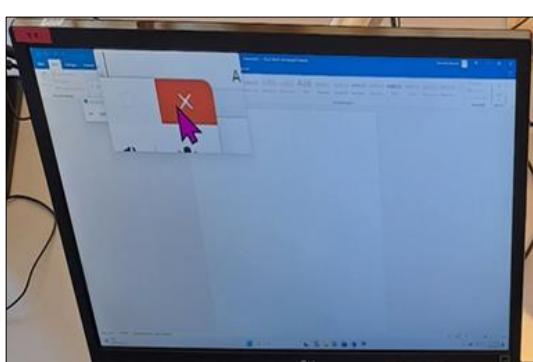


Abbildung 2: Schreibprogramm mit stark hervorgehobener Maus in einem Lupenfenster. Auch hier wird deutlich, wie schwierig die Orientierung mit einem eingeschränkten Sehfeld ist.
Quelle: ISB

Screenreader / Sprachausgabe

Ein Screenreader ist eine Software, die den Inhalt eines Computerbildschirms in gesprochene Sprache umwandelt. Dieses auch als „Brückensoftware“ bezeichnete Programm stellt fest, welche Objekte auf dem Bildschirm dargestellt sind (z. B. Links, Schalter, Menüs, Ausklapplisten, Textfelder, Formulare) und in welcher strukturellen Beziehung sie zueinanderstehen (Kalina 2011, 234). Das Programm informiert den Nutzer / die Nutzerin darüber sprachlich.

Screenreaderprogramme helfen also in erster Linie bei der Navigation auf dem Computer. Sie werden aber auch zum Vorlesen von Text verwendet, welcher auf dem Bildschirm zu sehen ist. Vor allem in höheren Klassenstufen dient dies dem Zweck, längere Texte rasch und überfliegend zu bewältigen. Die Sinnentnahme bei dieser Art des „raschen Querlesens“ muss aber intensiv geübt werden. Denn die Sprache des Screenreaders bleibt monoton, eine bedeutungstragende Prosodie ist nicht möglich. Sonderzeichen, zusätzliche Informationen oder auch Scanfehler, die im Text enthalten sind, werden gemäß Texttreue von der Sprachausgabe vorgetragen und stören unter Umständen das Sprachverständhen (Schulz 2024, 74). Bloßes Texthören ist somit noch kein verstehendes Lesen: Es muss eine eigene Verstehensleistung erbracht werden, die durch inneres nachsprechen („Resemantisierung“) gelingt (ebd., 69). Das Zeitmanagement ist dabei erheblich schwieriger als beim visuellen oder haptischen Erlesen, weil eine Maschine passend zur eigenen Sinnentnahme gesteuert werden muss (ebd., 70). Damit Schülerinnen und Schüler von Screenreaderprogrammen profitieren können, benötigen Sie folgende Kompetenzen, die zunächst vermittelt und dann intensiv eingeübt werden müssen:

- Verständnis über den Aufbau und die Funktionsweise eines PCs (z. B. Baumstruktur, Ausklapplisten, Fenster)
- Kenntnis der Einstellungsmöglichkeiten des Screenreaders, um diesen an die Textschwierigkeit und Aufgabenstellung so anzupassen, dass Informationsentnahme effektiv möglich ist (z. B. Sprechtempo variieren, Informationsdichte verändern, strukturelle Zusatzinformationen abfragen)
- Beherrschung wichtiger Steuerbefehle per Tastaturkürzel, damit eine rasche und effektive Bedienung gelingt, und Störungen schnell behoben werden können
- Vielfältige Erfahrungen mit dem Screenreader, um sich an die veränderte Prosodie und Aussprache zu gewöhnen und dadurch schneller und erfolgreicher zu verstehen

- Wissen über die Eigenheiten verschiedener Screenreaderprogramme, um die jeweiligen Stärken der Programme zielgerichtet nutzen zu können (z. B. Einsatz im Fremdsprachenunterricht)



Hinweis für blinde Schülerinnen und Schüler

Braillezeile

Die Braillezeile fungiert gleichzeitig als Tastatur und Bildschirmsatz, denn mit ihr kann Text geschrieben und gelesen werden.

Es handelt sich um ein schmales, längliches, tastaturähnliches Gerät, welches wie ein zusätzliches Laufwerk an einen PC angeschlossen werden kann. Mit diesem Gerät kann digitaler Text gelesen werden. Mithilfe sogenannter Braille-Eingabetasten kann außerdem Text geschrieben werden, der am Bildschirm als Schwarzschrift und gleichzeitig in Brailleschrift auf dem Gerät lesbar ist, indem die entsprechenden Punktkombinationen der Brailleschrift dargestellt werden.

Je nach Größe der Braillezeile sind entweder 10, 20, 40 oder 80 Zeichen nebeneinander darstellbar, so dass einige Wörter bzw. ein Zeilenausschnitt als Einheit erfasst werden kann.



Abbildung 3: Braillezeile mit Eingabetasten und Anzeigemodulen, die aus 8 Punkten bestehen
Quelle: ISB

Die ursprünglich aus 6 Punkten bestehende Brailleschrift von Lous Braille (1825) wurde für den Gebrauch am Computer in den 1980er Jahren um zwei Punkte erweitert. Diese aus 8 Punkten bestehende „Computer-Brailleschrift“ bietet den Vorteil, dass 256 Kombinationsmöglichkeiten darstellbar sind und deshalb die 1:1-Zuordnung eines vollständigen Schriftsatzes am Computer möglich wurde.

Im Unterschied zur 6-Punkt-Schrift kann die Fingerkuppe diese größeren Zeichen allerdings nicht so flüssig erfassen und die teilweise extrem ähnlichen Zeichen lassen sich nicht so rasch voneinander unterscheiden, was Auswirkungen auf das Lesetempo hat.

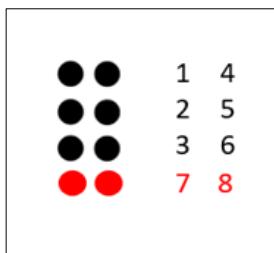


Abbildung 4: Die Braillezeile für Computer-Braille besteht aus 8 Punkten und bietet 256 Kombinationsmöglichkeiten
Quelle: ISB

Gleichwohl ist die Braillezeile das Medium schlechthin, welches punktschriftlesenden Menschen den Zugang zur Schrift der Sehenden ermöglicht und zwar auf selbstbestimmte und unmittelbare Weise.

Sonstige assistive Technologien

Neben den oben genannten sehr spezifischen Technologien sind viele weitere Geräte und Programme im Einsatz. Beispielsweise werden Scanner bzw. OCR-Software zur Erfassung nicht-digital verfügbarer Texte genutzt, um sie z. B. für Braillelesende zugänglich zu machen. Ein sogenannter Punktschriftdrucker findet Einsatz, damit Merksätze oder Angaben bei Schulaufgaben auch als Printversion angeboten werden können. Zur Entlastung der Augen können zeitweise auch Spracheingabesysteme genutzt werden. Schulbücher werden häufig in digitaler Form auf Tablets verwendet, weil dadurch ein größerer Kontrast, eine optimale Ausleuchtung und ein flexibler Zoom möglich sind. Smartphones mit guter Kameraqualität sind besonders handlich und können daher in Fachräumen oder bei Lerngängen als mobile „Vergrößerungsgeräte“ zweckmäßig sein, z. B. durch das Abfotografieren von Tafelbildern oder Informationstafeln.

Einige dieser sehr kleinen und mobilen Geräte sind aus ergonomischer Sicht problematisch und daher als dauerhafte Lösung weder für das schulische noch das spätere berufliche Arbeiten geeignet.

Bei Sprachein- und Sprachausgabesystemen muss darüber hinaus bedacht werden, ob ein übermäßiger Gebrauch zwar Entlastung verschafft, aber die ausreichende Übung notwendiger Grundfertigkeiten nicht gewährleistet. Beispielsweise könnte durch Spracheingabesysteme die Rechtschreibfähigkeit leiden oder der Einsatz von Vorlesesystemen könnte den Erwerb des automatisierenden Lesens verzögern.

4.2 Zusätzliche Förderung

Umfangreiche digitale Kompetenzen sind bei Sehbehinderung und Blindheit von zentraler Bedeutung, weil die assistiven Technologien Teilhabe und Selbständigkeit in einzigartiger Weise ermöglichen.

Durch die zunehmende Rolle, die digitales Arbeiten im Unterricht und in der Berufswelt spielt, werden diese Kompetenzen immer noch wichtiger. Denn je umfassender die Digitalisierung im gesellschaftlichen Alltag und damit im allgemeinen Unterricht Einzug erhält, desto gravierender ist es, wenn Sehbehinderte und Blinde nicht über ausreichende, spezifisch angepasste technologische Kompetenzen verfügen.

Um die umfassende Vermittlung der besonderen Inhalte bei Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf Sehen langfristig zu gewährleisten, sind adäquate Ersatzformen für den allgemeinen informationstechnischen Unterricht erforderlich. Zwar kann durch kreative Anpassungen (vgl. [4.4 Didaktisch-methodische Maßnahmen](#)) teilweise gemeinsamer Unterricht gelingen, bei hochgradiger Sehbehinderung und Blindheit werden aber immer individuelle Schulungen notwendig sein.

Bei der Umsetzung dieser notwendigen Unterstützungsmaßnahmen kommt erschwerend hinzu, dass

- Spezielle Anschaffungen teils kostenintensiv sind
- Personelle Zusatzleistungen benötigt werden
- Kaum veröffentlichte Handreichungen und keine Lehrbücher vorhanden sind, die das spezifische Wissen sammeln
- Ziele, Inhalte und zeitlicher Ablauf individuell mit Blick auf die Anforderungen der jeweiligen Schulart festgelegt werden müssen.

Das [Ilvesheimer Kompetenzraster](#) ist eine der wenigen Zusammenstellungen spezifischer Inhalte und kann als Strukturierungshilfe bei der Vermittlung besonderer Kompetenzen (hier E-Buch-Standard für Blinde) dienen.

Durch Budget- und Anrechnungsstunden und die Unterstützung des MSD Sehen kann es gelingen, diesen besonderen Bedürfnissen Rechnung zu tragen.

4.3 Arbeitsplatzgestaltung

Grundlegende Hinweise zu den Aspekten Beleuchtung, Sitzplatz, Kontrastverbesserung, Vergrößerung, barrierefreie Textformate, Verbalisieren, Regenerationsphasen und Hilfsmittelleinsatz gibt Baustein „2. Grundlagen für die pädagogische Praxis“.

PC-Arbeitsplatz

Der Computerarbeitsplatz sollte sehbehinderten- und blindengerecht ausgestattet sein, weil er besonders im Informatikunterricht das Hauptmedium ist. Folgende Fragen können dabei hilfreich sein:

- Ist eine individuelle Beleuchtung am Tisch möglich?
- Kann ein größerer, entspiegelter Bildschirm angeschafft werden, welcher einen besseren Überblick trotz Vergrößerungsbedarf zulässt?
- Kann ein Schwenkarm bereitgestellt werden, mit dem eine flexible Annäherung an den Bildschirm bei aufrechter Körperhaltung gelingt?
- Welche Vergrößerungssoftware kann die Schule zur Verfügung stellen?
- Ist eine Tastatur mit vergrößerten, kontrastreichen Schriftzeichen zielführend und / oder können (zusätzliche) deutliche taktile Markierungen angebracht werden, damit Tastschreiben ohne visuelle Kontrolle zuverlässig gelingt?
- Welches sind geeignete Konzepthalterungen und Schriftgrößen, damit das Abschreiben oder die Bearbeitung von Druckvorlagen ergonomisch optimiert werden kann?
- Steht ein höhenverstellbarer beweglicher Bürostuhl zur Verfügung?

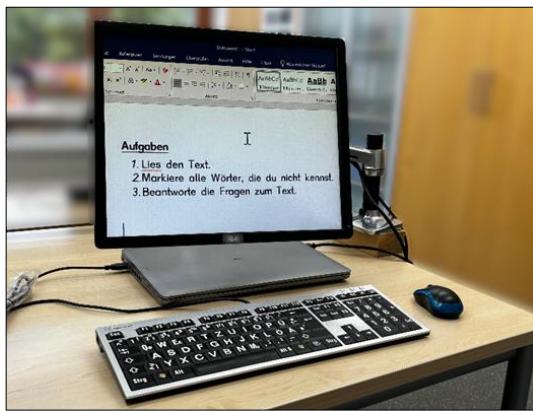


Abbildung 5: Computerarbeitsplatz mit großem Bildschirm am Schwenkarm und kontrastreicher Tastatur mit vergrößerten Buchstaben
Quelle: ISB



Abbildung 6: Computerarbeitsplatz mit Konzepthalter, Tischlampe, Vorhang und höhenverstellbarem Drehstuhl
Quelle: ISB

Wird ein ergonomischer Arbeitsplatz individuell eingerichtet, sorgt dies für große Entlastung (z. B. beim Schreiben mit Tastatur). Für die berufliche Orientierung ist die Gewöhnung an einen derartig angepassten Arbeitsplatz äußerst zielführend.

Fachraum

Falls der Informatikunterricht in Fachräumen stattfindet sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Die Beleuchtung flexibel anpassen, um bestmögliche Kontraste zu erhalten (z. B. Jalousien oder Vorhänge)
- Blendung auf der Tischplatte, insbesondere aber am Bildschirm vermeiden (z. B. Spiegelung durch das Fenster)
- Auf den Geräuschpegel achten und Störgeräusche minimieren (z. B. Schallschutzdecke, dämpfende Unterlagen, Teppichboden)

4.4 Didaktisch-methodische Maßnahmen

Um die Teilnahme am Unterricht für Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen weitestgehend zu ermöglichen, sind inhaltliche, methodische und materialbezogene Anpassungen nötig. Wie im Abschnitt [4.2 Zusätzliche Förderung](#) dargelegt, sind darüber hinaus zumindest zeitweise Lernangebote im Einzelunterricht erforderlich.

Inhaltliche Anpassung

Es ist zu berücksichtigen, dass spezifische informationstechnologische Lerninhalte erworben werden müssen, weil ein Großteil der Programme und Geräte visuell aufgebaut ist und besondere Bedienungsweisen erfordert (vgl. [3. Ziele](#)).

Die Gestaltungsfreiheit des Lehrplans ermöglicht jeder Lehrkraft inhaltliche Schwerpunktsetzungen. Durch eine angepasste Auswahl und Akzentuierung von Inhalten können informationstechnische Barrieren vermieden werden.

Folgende inhaltliche Veränderungen bieten sich an:

- Automatisiertes Tastschreiben als unabdingbare Kompetenz
- Verwendung von Shortcuts statt Maus
- Auswahl einer textuellen Programmiersprache statt einer visuellen (z. B. Java)
- Wo möglich, visuelle Inhalte (z.B. Videos, Webdesign) durch akustische ersetzen oder ergänzen
- Barrierefreiheit als Lerninhalt für die ganze Klasse in den Fokus rücken: Für jedes Unterrichtsvorhaben vorab erkunden und mit den Schülerinnen und Schülern testen, ob das jeweilige Programm / Medium barrierefrei zugänglich ist, ggf. nach Lösungen recherchieren und bei den Entwicklern Schwachstellen melden
- Zusätzliche individuell erforderliche Lerninhalte (z. B. weitere Shortcuts, Umgang mit der Sprachausgabe, Bedienung der Vergrößerungssoftware)



In Absprache mit der MSD-Lehrkraft sind je nach Einschränkung und Arbeitsweise der Schülerin / des Schülers andere zusätzliche Inhalte erforderlich.

Methodenanpassung

Im Informatikunterricht sind nur wenige Methodenanpassungen nötig, weil alle Schülerinnen und Schüler an ihrem eigenen Computer arbeiten und diesen individuell für eine ergonomische Körperhaltung und die visuellen Bedürfnisse einstellen können. Arbeiten mit und am Computer ist grundsätzlich barrierefrei möglich.

Wenn eine Vergrößerungssoftware eingesetzt wird, bedeutet dies für den Schüler / die Schülerin mit Sehbeeinträchtigung weniger Überblick. Wer auf Vergrößerung angewiesen ist, benötigt deshalb mehr Zeit für die Bearbeitung von Aufgaben. Dem muss die Lehrkraft begegnen, indem besonders relevante Inhalte und Aufgabenstellungen ausgewählt werden und erweiternde Angebote für schnellere Mitschülerinnen und Mitschüler zur Verfügung stehen.

Grundsätzlich gilt für die methodische Umsetzung:

- Das Unterrichtsgeschehen entschleunigen

- Klar strukturierte und verbale Arbeitsanweisungen geben (d. h. Icons / Symbole vermeiden)
- Den Schwerpunkt vermehrt auf Arbeitsphasen setzen, die ein eigenes Arbeits-tempo zulassen
- Verzicht auf Demonstration an der Tafel / am Beamer. Stattdessen zu zeigende Inhalte auf die Schülerbildschirme bringen (z. B. Lehrer-Bildschirm spiegeln).
- Visuelle Inhalte, die unumgänglich sind, in Gruppenarbeit so bearbeiten lassen, dass jede / jeder einen Beitrag leisten kann
- Entspannungsangebote / -phasen einbauen, die körperlichen Verspannungen und einer visuellen Überanstrengung entgegenwirken
- Sprachausgabe so einsetzen, dass die jeweilige Aufgabenstellung effektiv bearbeitet werden kann und die Grundfertigkeit Lesen dennoch ausreichend geübt wird

Materialanpas-sung

Da der Computerarbeitsplatz das Hauptmedium im Informatikunterricht darstellt, ist die wichtigste Anpassung ein sehbehinderten- bzw. blindengerecht eingerichteter Arbeitsplatz. Die entsprechenden Ausstattungsmöglichkeiten werden im [Abschnitt 4.3 Arbeitsplatzgestaltung](#) vorgestellt.

Darüber hinaus sind folgende Materialanpassungen sinnvoll:

- Unterrichtsmaterialien, die ausgedruckt zur Verfügung gestellt werden, so gestalten, dass sie den sehbehindertenspezifischen Bedürfnissen entsprechen (vgl. Baustein „2. Grundlagen für die pädagogische Praxis“)
- Digitales Schulbuch oder Arbeitsmaterial anbieten
- Bildmaterial bewusst auswählen, ggf. reduzieren und unbedingt verbal beschreiben (z. B. Alternativtext)



Hinweise für blinde Schülerinnen und Schüler

Bei blinden Schülerinnen und Schülern müssen alle Materialien digital zur Verfügung stehen und so bearbeitet und formatiert werden, dass sie mit der Braillezeile lesbar sind. Bildmaterial und visuell gespeicherte Daten sind nicht zugänglich (z. B. Notizen in Handschrift). Sämtliche Daten müssen textbasiert sein, wobei auch Tabellen nur bedingt erfasst werden können. Flächige bildliche Darstellungen (z. B. Baumstruktur von Daten) müssen für Blinde als Tastbilder verfügbar sein, um die räumliche Vorstellungskraft zu bilden.



Der MSD Sehen berät zu den genannten Punkten.

5 Beispiele zu ausgewählten Lernbereichen

In den Lehrplänen der jeweiligen Schularten werden sehr unterschiedliche informationstechnische Begrifflichkeiten verwendet, weil die Lernbereiche teilweise stark verschränkt sind mit Inhalten anderer Fächer. Beispielhaft wurden folgende Bereiche herausgegriffen, die eine Art Essenz wichtiger Lehrplaninhalte bieten und auf die verschiedenen Schularten übertragbar sind.

5.1 Tastschreiben / Texterfassung

Das automatisierte Tastschreiben ohne visuelle Kontrolle ist bei Sehbehinderung und Blindheit eine unabdingbare Grundfertigkeit der informationstechnischen Bildung. Auf diese Kompetenz muss in allen Schularten ein besonderer Schwerpunkt gelegt werden, und der Unterricht im Tastschreiben sollte möglichst frühzeitig beginnen. Dabei muss insbesondere auf die korrekten Griffwege genau geachtet werden, um ein rasches, fehlerfreies Tippen zu erreichen. Auch die Griffwege zu den für Kurztastenbefehle (Shortcuts) wichtigen Funktions- und Sondertasten sind wesentlich und müssen „ohne Hinsehen“ beherrscht werden.

Beim Training und Benoten von 10-Finger-Zeitschreiben hat es sich bewährt, auf das Abschreiben von Textvorlagen zu verzichten. Stattdessen kann die Vorlage als durchlaufender Text im Teleprompter-Stil vergrößert angeboten werden. Alternativ sind auch sich wiederholende auswendig gelernte Sätze möglich (z. B. Pangramme) oder Diktate, um den Nachteil beim langsamen Erlesen der Vorlage auszugleichen.

Zur Texterfassung sollten neben blinden vor allem auch hochgradig sehbehinderte Schülerinnen und Schüler den Einsatz von Screenreaderfunktionen erlernen, da größere Textmengen akustisch häufig schneller erfasst werden können. Eine umfassende Kenntnis der Einstellungsmöglichkeiten dieser Vorlesefunktionen ist die wesentliche Grundlage für eine effektive und zielgerichtete Nutzung.

5.2 Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Bildbearbeitung

Die gängigen Programme zur Textverarbeitung und Tabellenkalkulation sind grundsätzlich barrierefrei zugänglich, ihre Steuerung erfolgt aber bei Sehbehinderung und Blindheit ohne Maus. Denn das Auffinden des Mauszeigers und das Erkennen der zumeist

kleinen Symbole in den Menüleisten ist entweder gar nicht möglich oder extrem zeitaufwändig. Auch gelingt das korrekte Markieren des zur Bearbeitung gewünschten Bereichs mit der Maus häufig nicht zielsicher. Die Steuerung und Bedienung der Programme wird deshalb mit Tastaturbefehlen vollzogen, welche anhand von geeigneten Shortcutlisten und Befehlsübersichten gelernt werden müssen.

Die einschlägigen Steuerbefehle finden sich in der Regel in Bedienungsanleitungen der Programme, welche im Internet abrufbar sind. Für die in Schulen üblicherweise verwendeten Anwendungen können über den Online-Support umfassende Auflistungen von Tastenkombinationen genutzt werden.

Zusätzlich ist es wichtig, den Schülerinnen und Schülern zu vermitteln, wie der Aufbau eines Bildschirms im jeweiligen Programm strukturiert ist. Denn wer das Prinzip von z.B. Ausklapplisten, Eingabefeldern, Menüleisten und Ansichtsoptionen (z.B. Gliederungsansicht) gut durchdringt, kann sich umso leichter orientieren und rascher navigieren. In diesem Zusammenhang ist auch die umfassende Vermittlung der korrekten Begriffe wesentlich.



Abbildung 7: Magnetplatte mit Tastelementen zur Veranschaulichung des Aufbaus und Prinzips eines Menübands innerhalb eines Textverarbeitungsprogramms (hier: Aufklappliste)
Quelle: ISB

Darüber hinaus bieten auch die sehbehindertenspezifischen Hilfsmittelprogramme sehr effektive Steuerungs- und Bearbeitungsmöglichkeiten. Beispielsweise beinhalten Screenreader spezielle Befehle zur Schnell-Navigation, oder bei einer Vergrößerungssoftware kann die Fokusverfolgung flexibel gestaltet werden.

Zugängliche Textformate selbst zu erstellen und damit Richtlinien zur Barrierefreiheit selbst anwenden zu können, sollte für alle Schülerinnen und Schüler ein wichtiges Kompetenzziel sein. Einschlägige Informationen zur barrierefreien Textgestaltung finden sich online (z. B. [Webzeugkoffer barrierefreie Dokumente](#)).

Beispielhaft seien einige wichtige Aspekte genannt:

- Nur Formatvorlagen für Überschriften und Titel verwenden
- Text stark strukturieren und Gliederungen konsequent einhalten
- Bilder und Grafiken mit Alternativtext versehen
- Tabellen vermeiden und stattdessen Listen verwenden; nur echte Tabellen anlegen (d.h. keine Tab-Stopps setzen) und Tabellen nicht teilen oder zusammenführen
- Echte, sprechende Links verwenden, d.h. das jeweilige Schlüsselwort selbst verlinken (nicht Hinweiswörter „hier“ oder „Link“ verwenden)
- Nur einfache, gefüllte oder hohle Aufzählungszeichen verwenden, um umständliche Beschreibungen durch den Screenreader zu umgehen
- Bedeutungstragende und effektive Dokumententitel festlegen
- Die Sprachzuweisung prüfen

Bildbearbeitungsprogramme sind je nach Grad der visuellen Einschränkung schwer oder gar nicht zugänglich, weil die Auswahl bzw. das Markieren von Details und kleinen Bildausschnitten häufig große Schwierigkeiten bereitet. Als Ersatzform bietet sich die Bearbeitung von Audiodateien an. Ein barrierefrei zugängliches Audio-Schnittprogramm ist beispielsweise das Open-Source-Programm Audacity.

5.3 Datenverwaltung, Datenbanken

Die allgemeine Datenverwaltung innerhalb eines Computers ist barrierefrei zugänglich, da die Informationen textbasiert und strukturiert abgelegt sind. Das Thema ist jedoch insofern besonders relevant, weil Menschen mit Sehbehinderung wegen des fehlenden Überblicks und der verlangsamten visuellen Suche besonders angewiesen sind auf gute Ablagesysteme und schlüssige Benennungen von Ordnern und Dateien.

Folgende Aspekte sind bei der Datenverwaltung besonders wichtig, damit trotz Sehbehinderung und verlangsamtem Lesen ein Überblick gelingt:

- Ablageorte regelmäßig entschlacken, veraltete Daten löschen
- Ansichtsoptionen flexibel nützen (z. B. Auflistung nach Änderungsdatum)
- Suchfunktionen anwenden (strg + f)
- Ordnern und Dateien durch Eingabe von Anfangsbuchstaben direkt anspringen
- Verschiedene Dateiversionen mit jeweiligem Datum versehen (z. B. JJ-MM-TT, z. B. „250407_AB Wasserkreislauf-1.doc“)
- Shortcuts kennen und anwenden zur Navigation innerhalb der Laufwerke und Ablagen

Beim Thema Sensibilisierung für Datenschutz ist insbesondere der Aspekt zu beachten, dass ein unerwünschtes Mitlesen oder auch Mithören bei der Eingabe von Passwörtern oder Schutzcodes verhindert werden muss, gerade weil es nicht möglich ist, dies durch einen raschen Blick auf die Menschen in der näheren Umgebung zu kontrollieren. Auch Ungereimtheiten, die durch gezielte digitale Angriffe entstehen, sind bei Seh Einschränkung häufig nicht so schnell wahrnehmbar. Hilfreiche Vorgänge wie Bildschirmvorhang (= schwarzer Bildschirm), schnelle Stummschaltung und Erkennungsmerkmale sicherer Webpages oder Dateien sollten deshalb besonders thematisiert werden.

Das gängige Tabellenkalkulationsprogramm an Schulen ist grundsätzlich barrierefrei und kann für einfache Datenmengen gut genutzt werden. Die Zugänglichkeit von größeren Datenbanken und Datenverwaltungsprogrammen ist davon abhängig, ob diese barrierefrei angelegt sind.

5.4 Informationsbeschaffung

Informationen einzuholen, ist für Menschen mit Behinderung häufig besonders schwierig. Zwar bieten die digitalen Informationsmedien theoretisch einen besseren Zugang als analoge Medien, in der Praxis verhindern aber bestimmte Formate und stark visuell aufbereitete Präsentationen das Erfassen. Daraus folgt, dass die Zugangswege zu Informationen häufig spezielle Herangehensweisen erfordern. Aus der Vielfalt der angezeigten Informationen die relevanten oder faktenbasierten auszuwählen, ist besonders schwierig, weil beispielsweise Werbungsmarkierungen u. U. nicht erkannt werden.

Die Möglichkeiten textbasierter KI-gestützter Recherchen können gerade für Menschen mit Seh Einschränkung sehr gewinnbringend sein. Auch Sprachassistenten finden bei Recherchen Einsatz und können helfen, rasch zu ersten Informationen zu gelangen.

Geeignete Zugangswege zu Kommunikationssystemen, um vielfältige Informationen einholen und Lernangebote nützen zu können, müssen häufig individuell vermittelt werden. Hierzu gehört die tastengesteuerte Bedienung ohne Maus und unabhängig von sehenden Helfern durch folgende Programme:

- geeignetes E-Mail-Programm
- Messengerdienste
- Plattformen wie BayernCloud Schule (ByCS)
- Zugang zu digitalen Lernmaterialien
- Videokonferenzsystem
- kollaborative Tools (Paddlets, Tasccards)

- schuleigene Ablagesysteme
- barrierefreie Browser

Um sich selbst digital helfen zu können, ist es darüber hinaus notwendig, programmimmanente Hilfesysteme und einschlägige Foren für sehbehindertenspezifische Fragestellungen kennen zu lernen. Unterstützt werden sollte auch das kreative Auffinden von Lösungswegen, die es ermöglichen, sich selbst Zugang zu nicht-barrierefreien Informationen zu verschaffen (z. B. durch Umwandlung von Dateien in andere Formate, Bedienung von OCR-Scannern, Auflösung von Tabellen, Suchen und Ersetzen störender Sonderzeichen, ...).



Hinweise für blinde Schülerinnen und Schüler

Informationsbeschaffung gelingt bei Blindheit mittels spezifischer Technologien, die ein Navigieren in und Durchsuchen von Websites mit Hilfe von Tastenkombinationen und Eingabecodes ermöglichen. Beispielsweise können mit speziellen Shortcuts Linklisten erstellt und durchsucht werden, Überschriften gelistet und angesprungen und Eingabefelder ausfindig gemacht werden. Dabei ist das Wissen um die Gestaltung und den Aufbau von Internetseiten inklusive der einschlägigen Fachbegriffe wesentlich. Die Schülerinnen und Schüler sollten darüber hinaus Möglichkeiten kennen lernen, wie sie Informationen über die Barrierefreiheit von Programmen sammeln (z. B. erkennen können, ob ein strukturiertes HTML-Element vorliegt) und fehlende Barrierefreiheit melden können.

5.5 Präsentation, Design, computergestützte Konstruktion

Auch bei der Erstellung von Präsentationen sind barrierefreie Darstellungsweisen ein wichtiger Aspekt. Es gelten ähnliche Prinzipien wie für die Textgestaltung (vgl. [5.2 Textverarbeitung](#)). Insbesondere muss bei Präsentationen beachtet werden:

- Korrekte und informative Folientitel wählen
- Möglichst wenige Textfelder pro Seite verwenden
- Die Reihenfolge der Textfelder richtig festlegen (mit alt+F10 oder im Kontextmenü)
- Auf kontrastreiche Gestaltung mit klar lesbaren Schriften achten
- Akustische und ggf. taktile Veranschaulichungsmittel in einen rein visuellen Vortrag miteinbeziehen

Bei blinden Zuhörerinnen und Zuhörern ist es erforderlich, ein zusätzliches Textdokument zu erstellen, das alle Inhalte und Bildbeschreibungen enthält (z.B. als Rich-Text-Dokument).

Bei selbst erstellten Präsentationen können sehbehinderte oder blinde Schülerinnen und Schüler durch eine Assistenzkraft unterstützt werden, die bei der Bildauswahl und beim Vortrag hilft (z. B. Handhabung der Technik, Wortmeldungen aufnehmen). Sie muss jedoch gezielt von der vortragenden Person angeleitet werden.

Ein besonderes Augenmerk sollte daraufgelegt werden, wie der Vortrag ansprechend präsentiert werden kann (z. B. Körperhaltung, Zuwendung zum Publikum, Vortragstext auswendig lernen oder per Kopfhörer abrufen, ...).

Stark bildbezogene Inhalte wie Webdesign, Videodesign und technisches Zeichnen können unter Umständen nicht zugänglich sein. Soweit die pädagogische Freiheit und der genehmigte Nachteilsausgleich dies zulassen, können in diesem Fall Ersatzformen durch auditive Gestaltungsdesigns gewählt werden. Alternativ bietet sich genau an dieser Stelle eine inhaltliche Reduktion zugunsten der spezifischen Inhalte assistiver Technologien an (vgl. [4.1 Assistive Technologien](#)).

5.6 Betriebssysteme

In einigen Lehrplänen werden verschiedene Betriebssysteme behandelt und verglichen. Die gängigen Betriebssysteme enthalten für sehbehinderte und blinde Menschen immanente Unterstützungsprogramme (i. d. R. Vergrößerungssoftware und Screenreader), wobei je Betriebssystem andere Anwendungen zum Einsatz kommen:

- Windows: NVDA (für Braillezeilennutzung), sowie microsofteigener „Narrator“ und „Bildschirmlupe“
- Apple: VoiceOver, Zoom-App
- Linux: auf der Kommandozeile der Screenreader BrTTY; Je nach Distribution und Desktopumgebung andere Screenreader, z. B. Orca bei Mate (Distribution Debian)
- Android: TalkBack, Bedienungshilfe „Vergrößerung“
- Chrome OS: ChromeVox

Welche unterstützenden Programme für das jeweilige System verfügbar sind, kann meist innerhalb der Einstellungen durch Suchbegriffe wie „Barrierefreiheit“ oder „Bedienungshilfen“ eruiert werden.

5.7 Programmierung, Robotik, KI

Bei der Vermittlung einer Programmiersprache ist unbedingt einer nicht-visuellen, d. h. textuellen Sprache der Vorzug zu geben. Beispielsweise gut geeignet sind Java, C++, Lua und [Quorum](#).

Das Ziel des Programmierens sollte ein Ergebnis sein, welches Audiofeedback bietet und dadurch auch für die Schülerin / den Schüler mit Sehbehinderung zu „spürbaren“ Effekten führt.

Um Datenstrukturen wie Listen oder Binärbäume und auf diesen Datenstrukturen operierende Algorithmen für hochgradig sehbehinderte und blinde Programmierende verständlich zu machen, können Tastbilder erstellt werden. Diese lassen sich z. B. aus Magnetsymbolen legen oder mit einer sogenannten taktilen Zeichenfolie erstellen. Als Ersatz für visuelle Baukastensysteme kann für Programmmentwürfe auch LaTeX dienen (z. B. [Struktogramme mit LaTeX](#)).



Abbildung 8: Beispiel Binärbaum: Aus Magnetkugeln (=Knoten) und Magnetstäben (=Kanten) gelegte Struktur, die auf einer Metallplatte fixiert ist. Jeweils taktil unterscheidbare Bänder unter den Kugeln verdeutlichen die Höhen des Baumes. Mit magnetischen Zahlenplättchen neben den Knoten kann der Graphendurchlauf dargestellt werden.

Quelle: ISB

Viele verbreitete, anwendungsbezogene Programmierspiele, wie z. B. Robot Karol oder Scratch, sind nicht barrierefrei zugänglich und bieten nur rein visuelle Anwendungsmöglichkeiten. Für sehbehinderte Schülerinnen und Schüler kann der Zugang erschwert sein, wenn die Schriftgröße unveränderbar ist oder nur bestimmte Farben verwendet werden. Bei Entwicklungsumgebungen ist es wichtig darauf zu achten, dass sie möglichst schlicht gehalten sind und ohne Maus bedient werden können.

Hilfreich sind

- Zum grundsätzlichen Verständnis: Programme für kleinere Kinder mit haptischen Anteilen (z. B. Cubetto, BeeBot)
- Für blinde Schülerinnen und Schüler Programme mit akustischen Elementen, wie z. B. ein multifunktionales Sprachnotizgerät (z. B. Milestone), welches mit Arduino oder Lua programmiert werden kann
- Barrierefreie open-source Programme wie [Sonic Pi](#) (zum Programmieren von Musik)
- Geeignete Programmiersprachen wie Python, Pascal, PHP und HTML.

Zur Veranschaulichung von KI-Verfahren und deren Funktionsweise sind Abbildungen aufgrund ihrer Komplexität eher ungeeignet. Vielmehr bietet sich bei derartigen mehrschichtigen Phänomenen eine Vorstellungsbildung durch eigenes Handeln und dynamische Modelle an. Als Beispiel wird hier gezeigt, wie ein künstliches neuronales Netz (Deep Neuronal Network) schrittweise aufgebaut werden kann.



Abbildung 9: Vorbereitetes Steckbrett mit Beschriftung, Gummibändern und Steckern
links: 3 Input-„Neuronen“
mittig: 8 weitere Stecker innerhalb einer taktil unterscheidbaren Fläche, die die „hidden Layers“ darstellen soll
ganz rechts: ein einzelner Stecker für den Ausgabewert (Output)
Quelle: ISB

Schritt 1: Die Schülerin / der Schüler stellt selbst mit den Gummibändern die Verknüpfung der Neuronen untereinander her. Jeder Eingabewert wird dabei mit jedem „versteckten Wert“ der ersten Schicht verbunden. Es entsteht ein Netz aus Gummizügen.



Abbildung 10: Zwölf Gummibänder sind so gespannt, dass jeder der drei Input-Stecker mit jedem der ersten vier Punkte (Stecker) in den „versteckten Schichten“ verbunden ist.
Quelle: ISB

Schritt 2: Zur Verdeutlichung der Funktionsweise des Deep Learnings wird als weitere, nicht-sichtbare Schicht innerhalb der taktil markierten „Hidden Layers“ eine Verknüpfung mit 4 weiteren Steckern erstellt.

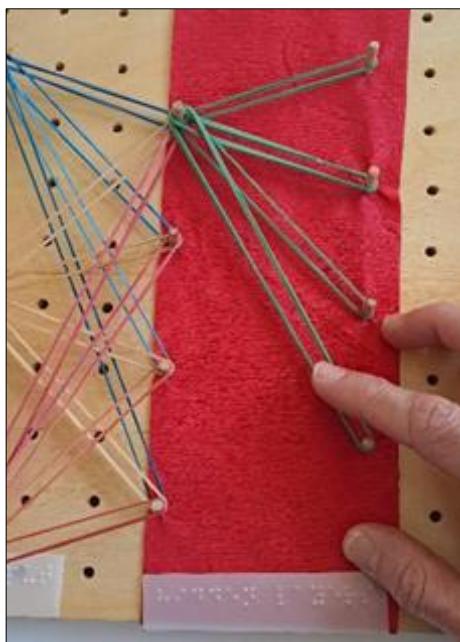


Abbildung 11:Tastende Hand befühlt die bereits gespannten Verbindungen
Quelle: ISB

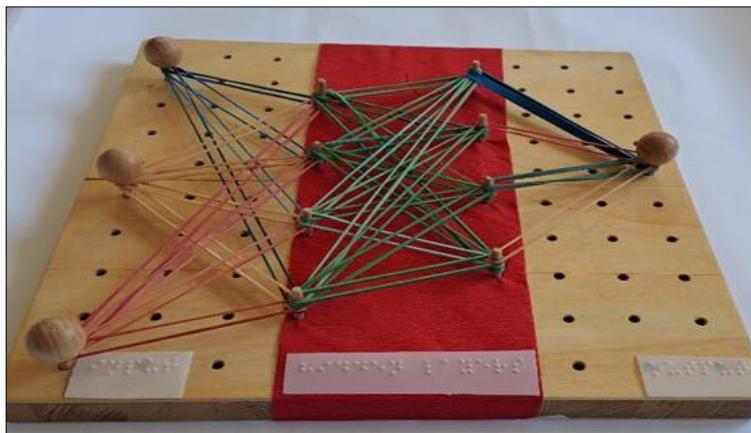


Abbildung 12:Fertige taktile Darstellung eines Deep Neuronal Networks
Quelle: ISB

Anschließend wird von jedem Punkt der versteckten Verarbeitung eine Verbindung zum Ergebniswert (Output) gespannt. Es entsteht nun ein komplexes, kaum mehr ertastbares Geflecht an Verbindungen. Dadurch wird einerseits die Komplexität deutlich, andererseits aber trotzdem durch das eigene Tun das Prinzip verständlich. Durch Gespräche und gemeinsames Abtasten kann nachvollzogen werden, dass verschiedene Eingaben und Gewichtungen zu unterschiedlichen Ergebnispfaden führen.

6 Literatur, weiterführende Informationen und Anregungen

Literatur

Fernandes Nunes, C. (2024): Digitale Spiele als Freizeitbeschäftigung blinder und sehbehinderter Kinder und Jugendlicher. In: blind-sehbehindert 144/1, 19-29.

Kalina, U. (2011): Informationstechnologie. In: Lang, M. / Hofer, U. (Hrsg.): Didaktik des Unterrichts mit blinden und hochgradig sehbehinderten Schülerinnen und Schülern. Band 2: Fachdidaktiken. Stuttgart: Kohlhammer, 233-244.

Schulz, M. (2024): Vorlesen mit Sprachausgabe. Zum Gelingen einer unterrepräsentierten Praxis. In: blind-sehbehindert 144/2, 65-76.

Sutter, P. u.a. (2021): Audiogames. In: Die Lupe. Vereinszeitschrift der Bundesvereinigung Eltern blinder und sehbehinderter Kinder e.V. 2021/2, 14-19.

Weiterführende Informationen und Anregungen

Shortcutlisten

- Weingartner, J.: Tastenkombinationen für Menschen mit Sehbehinderung und Blindheit. Lehr- und Lernmaterialien des Bundesblindenninstituts Wien 2022. Online: <https://bbi.at/wp-content/uploads/2022/05/Tastenkombinationen-03.22.pdf> [03.04.2025]
- Iriogbe, J.: Praktische Tastaturkürzel unter Windows. 2018. Online: https://www.iriogbe.ch/files/downloads/Windows_TKs.pdf [03.04.2025]

Infoportale

- Augenbit: Wiki der AG Informationstechnologie des Verbandes für Blinden- und Sehbehindertenpädagogik e.V. (VBS). Informations-, Arbeits- und Diskussionsplattform. Online: <https://www.augenbit.de/wiki/index.php?title=Hauptseite> [03.04.2025]
- BBi: Wiki des Bundesblindenninstituts Wien für Lehrerinnen und Lehrer sehschwacher Kinder in Österreich. Unter der Rubrik „Praktisches“ finden sich Informationen zur Informationstechnologie. Abgerufen <https://wiki.bbi.at/index.php/Hauptseite> [03.04.2025]

- SightCity: Größte internationale Fachmesse für Blinden- und Sehbehindertenhilfsmitteln mit Fachvorträgen und namhaften Hilfsmittelausstellern. Sammlung von barrierefreien Spielen. Online: <https://sightcity.net/digitalspiele/> [03.04.2025]
- Ein vom BMAS bis 2016 finanziertes Projekt zur Nutzbarkeit von Standardtechnologien. Abgerufen <https://www.incobs.de/startseite.html> [03.04.2025]
- Referate für Barrierefreiheit und elektronische Hilfsmittel des Bayerischen Blindenbundes. Online: <https://bbsb.org/der-bbsb/referate/> [03.04.2025]
- Informationen zur Barrierefreiheit des deutschen Blinden- und Sehbehindertenverbandes <https://www.dbsv.org/digitale-barrierefreiheit.html> [03.04.2025]

Auswahl an Schulungsseiten und Blogs

- www.pinwand-online.de [03.04.2025]
- <https://apfelschule.ch/> [03.04.2025]
- <https://www.sightviews.de/> [03.04.2025]
- <https://www.offsight.de/> [03.04.2025]
- <https://www.softcologne.de/> [03.04.2025]
- www.apfel-fleger.de [03.04.2025]
- <https://www.iscb.de/> [03.04.2025]
- www.matthias-haenel.de/index.html [03.04.2025]