



Unterricht für
Schülerinnen
und Schüler
mit Förderbedarf
Sehen

3.3 Unterrichts- fächer im Blick: Mathematik



Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München



München 2025

Impressum

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 Die Lernausgangslage von Schülerinnen und Schülern mit dem Förderbedarf Sehen im Mathematikunterricht.....	4
2 Ziele des Mathematikunterrichts im Förderschwerpunkt Sehen.....	6
3 Ansätze zur gelingenden Inklusion im Mathematikunterricht	7
3.1 Rahmenbedingungen.....	7
3.2 Didaktisch-methodische Maßnahmen	8
4 Bezüge zu ausgewählten Gegenstandsbereichen im LehrplanPLUS Förderschwerpunkt Sehen.....	13
4.1 Zahlen und Operationen	13
4.2 Größen und Messen.....	17
4.3 Raum und Form	19
4.4 Funktionaler Zusammenhang	22
4.5 Daten und Zufall	24
5 Literatur, weiterführende Informationen und Anregungen	26

1 Die Lernausgangslage von Schülerinnen und Schülern mit dem Förderbedarf Sehen im Mathematikunterricht

Grundsätzlich können Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen die gleichen mathematischen Kompetenzen erwerben wie ihre Mitschülerinnen und Mitschüler ohne Seheinschränkung. Bei Schwierigkeiten darf die reduzierte visuelle Wahrnehmung auf keinen Fall als alleinige Erklärung herangezogen werden. Das Fach Mathematik wird von sehbeeinträchtigten und blinden Schülerinnen und Schülern sowie ihren Lehrkräften jedoch häufig als besondere Herausforderung wahrgenommen. Unter Berücksichtigung einiger Besonderheiten wird allerdings ein Erfolg versprechender Mathematikunterricht gelingen.

Vorerfahrungen

Kinder und Jugendliche mit Förderbedarf Sehen erleben ihre Umwelt anders als ihre Altersgenossinnen und -genossen ohne Seheinschränkung. Sie machen deshalb auch unterschiedliche mathematische Vorerfahrungen. Kinder im Vorschulalter verfügen beispielsweise bereits häufig über die Fähigkeit, Objekte nach Form oder Farbe zu sortieren, Muster und Raum-Lage-Beziehungen zu erkennen oder Mengen simultan zu erfassen und zu vergleichen. Da dieses Vorwissen zu großen Teilen visuell erworben wird (z. B. durch Beobachten, im Spiel, beim Bauen oder Zeichnen), kann es bei Kindern mit Sehbeeinträchtigung oder Blindheit meist nicht in gleicher Weise vorausgesetzt werden. Mathematische Vorläuferfertigkeiten sind deswegen Inhalt der Frühförderung und werden auch im Anfangsunterricht gezielt vertieft.

Besonderheiten im Unterricht

Da Lernen im Mathematikunterricht ganz erheblich auf visuellen Vorstellungen beruht, hat eine Sehbeeinträchtigung auch ganz konkrete Auswirkungen auf den Unterricht. Folgende Beobachtungen können gemacht werden:

- Reduzierte mathematische Vorerfahrungen und Stützpunktvorstellungen
- Teilweise Lücken im Begriffsverständnis bei geläufigen mathematischen Begriffen (z. B. zu Raum-Lage-Beziehungen)
- Erschwerter bis nicht vorhandener Zugang zu gängigem Veranschaulichungsmaterial
- Fehler beim Ablesen von Angaben sowie beim Notieren von Rechnungen und Ergebnissen

- Insbesondere bei starker Vergrößerung und in Brailleschrift zeitaufwendige und mühsame Blick- bzw. Tastsprünge (z. B. bei komplexen Brüchen, Termen und Gleichungen sowie längeren Lösungswegen)
- Fehlender Überblick und Schwierigkeiten beim Erfassen von Abbildungen (z. B. Schrägbilder, Funktionsgraphen)
- Geringer Mehrwert von selbstangefertigten Hilfsskizzen und schriftlichen Nebenrechnungen, da diese zeitaufwendig und somit ineffizient sind
- Eingeschränkte Genauigkeit beim Zeichnen und Messen
- Stark erhöhter Übungsbedarf beim Umgang mit mathematischen Instrumenten wie Zirkel, Lineal und Geodreieck



Weitere Besonderheiten von blinden Schülerinnen und Schülern

- Langsameres Tempo und höhere Komplexität beim taktilen Zählen im Vergleich zum visuellen Zählen
- Einsatz hoher zeitlicher und kognitiver Ressourcen beim Umgang mit taktilen Zeichnungen
- Keine Zugänglichkeit von Schrägbildern

2 Ziele des Mathematikunterrichts im Förderschwerpunkt Sehen

Die Kompetenzerwartungen im Mathematikunterricht richten sich nach dem Bildungsgang, dem die jeweilige Schülerin bzw. der jeweilige Schüler folgt. Der Mathematikunterricht leistet einen besonderen Beitrag zum Verständnis der Umwelt und bietet gerade auch Schülerinnen und Schülern mit Sehbeeinträchtigung die Chance zum Erwerb von Weltwissen. Idealerweise können Kompetenzen erworben werden, die dabei helfen, die Sehbeeinträchtigung ein Stück weit zu kompensieren.

Folgende Ziele sind besonders bedeutsam:

- Ausdifferenzierung der Alltagssprache durch die mathematische Begriffsbildung (z. B. parallel, rechtwinklig)
- Erweiterung der Sprachkompetenz durch exaktes Verbalisieren mathematischer Sachverhalte und genaues Beschreiben individueller Schwierigkeiten beim Lösen von Aufgaben
- Kompensation fehlender visueller Erfahrungen durch den handlungsorientierten Aufbau von Größen- und Stützpunktvorstellungen
- Entwicklung von Raumvorstellungen, die sich aufgrund der reduzierten visuellen Eindrücke nicht aus Alltagserfahrungen ergeben (z. B. ein Raum ist in der Regel quaderförmig, eine Litfaßsäule zylinderförmig)
- Vermittlung von Alltagskompetenzen durch die sichere Handhabung geeigneter Hilfsmittel zum Messen, Wiegen, Zählen und Zeichnen
- Möglichkeit zum Erwerb zeitsparender und ressourcenschonender Problemlösestrategien (z. B. Überschlagen und Kopfrechnen, strukturiertes und schrittweises Vorgehen beim Lösen von Aufgaben, Anfertigung von Notizen, zielführende Integration von Pausen)
- Erhöhung der Teilhabechancen, da Mathematikkenntnisse eine wichtige Voraussetzung für höhere Schulabschlüsse und die Berufsausbildung sind

3 Ansätze zur gelingenden Inklusion im Mathematikunterricht

Mathematikunterricht findet häufig im festen Klassenraum statt. Zu den Aspekten Beleuchtung, Sitzplatz, Kontrastverbesserung, Vergrößerung, barrierefreie Textformate, Verbalisieren, Regenerationsphasen und Hilfsmiteinsatz gelten die im Baustein „2. Grundlagen für die pädagogische Praxis“ geschilderten Maßnahmen.

3.1 Rahmenbedingungen

Mathematik bedient sich einer Vielzahl verschiedener Sonderzeichen, die eine komplexe Symbolsprache ergeben. Diese kann jedoch im Gegensatz zu Text nicht durch Ganzwörter decodiert werden. Stattdessen ist ein exaktes Lesen jeder einzelnen Ziffer und jedes Zeichens notwendig. Die Darstellung mathematischer Ausdrücke ist (wie beispielsweise bei Klammern und Bruchstrichen) erheblich an der visuellen Wahrnehmung orientiert. Eine Darstellung mathematischer Sachverhalte ist selbstverständlich auch in Brailleschrift möglich. Hier gibt es verschiedene Systeme. Für viele Anwendungen ist „Das System der Mathematikschrift der Deutschen Brailleschrift“ - auch „Marburger Mathematikschrift“ genannt - ausreichend. Das [Regelwerk](#) zu dieser Notationsweise kann digital abgerufen werden. Wenn der Computer als Arbeitsmittel eingesetzt wird, kommt überwiegend eine an die LaTeX-Notation ([vgl. unten](#)) angelehnte Schrift zum Einsatz. In jedem Fall gilt, dass Brailleschrift nur linear gelesen werden kann. Die teils räumliche Anordnung der Schwarzschrift (z. B. bei Brüchen oder Exponenten) muss also linearisiert werden. Gleiches gilt, wenn mathematische Terme mit der Sprachausgabe wiedergegeben werden. Klammern oder Regeln wie „Punkt-vor-Strich“ führen dazu, dass sich mathematische Terme erst erschließen, wenn sie vollständig erfasst wurden. Dadurch sind beim Erlesen von Termen in Brailleschrift oder bei starker Vergrößerung zum Teil aufwendige Blick- und Tastsprünge nötig.

Für blinde Schülerinnen und Schüler hat sich LaTeX zur Darstellung mathematischer Ausdrücke etabliert, wobei im deutschsprachigen Raum verschiedene Varianten existieren. Ursprünglich wurde LaTeX als System zur Erstellung von wissenschaftlichen und mathematischen Dokumenten entwickelt, um Sonderzeichen mit der Computertastatur

Besonderheiten
im Schriftsystem

LaTeX

Unter bestimmten Voraussetzungen kann LaTeX auch Schülerinnen und Schüler mit Sehbehinderung die Arbeit erleichtern, insbesondere dann, wenn das Schreiben per Hand aufgrund des Vergrößerungsbedarfs oder Schriftbildes sehr mühsam ist.



Mathematischer Ausdruck:

$$\frac{a^2 + b^2}{3(a - b)}x$$

Dieser Ausdruck in LaTeX-Schreibweise:


```
\frac{a^{2} + b^{2}}{3(a-b)}x
```

Der LaTeX-Ausdruck auf der Braillezeile:

(verkürzte Schreibweise)

Der gleiche Ausdruck nach dem System der „Mathematikschrift der Deutschen Brailleschrift“:



3.2 Didaktisch-methodische Maßnahmen

Eine eingeschränkte visuelle Wahrnehmungsfähigkeit macht inhaltliche Anpassungen im Mathematikunterricht notwendig. Mathematische Vorläuferfertigkeiten müssen bei Kindern mit Förderbedarf Sehen häufig gezielt angebahnt und vertieft werden. Im Fokus stehen dabei im Besonderen Mengen- und Reihenbildung, Mengenverständnis, räumliches Vorstellungsvermögen, räumliche Beziehungen sowie Wissen zu geometrischen Formen. Folgende Möglichkeiten zur praktischen Umsetzung bieten sich im Anfangsunterricht an:

- 8

- Bildung von Mustern unter Verwendung konkreter Gegenstände (z. B. taktil unterscheidbare Perlen auffädeln)
- (taktile) Übungen zur Reihenbildung (z. B. konkrete Gegenstände von klein nach groß / von leicht nach schwer ordnen)
- Übungen zum Mengenverständnis (z. B. Schälchen mit der jeweils gleichen Anzahl an Gegenständen füllen; Hören, wie oft geklatscht wurde)
- Übungen zu mathematischen Begriffen (z. B. größer – kleiner, weniger – mehr, dazugeben – wegnehmen, gleich – ungleich)
- Übungen zu räumlichen Beziehungen wie oben – unten, links – rechts (z. B. durch Integration des eigenen Körpers als Bezugspunkt)

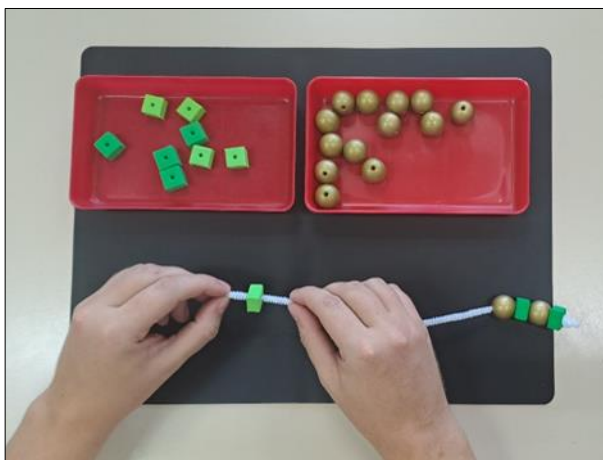


Abbildung 2: Perlen mit unterschiedlichen taktilen Eigenschaften nach vorgegebenem Muster auffädeln
Quelle: ISB

Auch in höheren Jahrgangsstufen muss sichergestellt werden, dass die Schülerinnen und Schüler mit und ohne Seheinschränkung über mathematisch korrekte Begriffe verfügen und diese mit passender Bedeutung füllen. Dazu trägt der Einsatz von Modellen und Abbildungen bei. Der zielführende Umgang mit diesen erfordert ein systematisches Anbahnen und regelmäßiges Üben. Zudem stellen die speziellen mathematischen Schreibweisen einen gesonderten Lerninhalt dar (vgl. [3.1 Rahmenbedingungen](#)). Für den Umgang mit Arbeits- und Hilfsmitteln müssen gegebenenfalls zusätzliche Unterrichtseinheiten eingeplant werden (z. B. mit Taschenrechner, Formelsammlung, Zirkel, Lineal).

Methodische Anpassung

Anpassungen bei den Unterrichtsmethoden ermöglichen auch sehbeeinträchtigt und blinden Schülerinnen und Schülern ein effektives Lernen im Mathematikunterricht. Folgende Möglichkeiten bieten sich an:

- Sprachliche Begleitung des Lehrerhandelns
- Akustische Darstellung von Mengen (z. B. durch Klatschen) oder Graphen (durch spezielle Software)
- Übungsformate mit hoher Eigenaktivität der Lernenden (z. B. Lernspiele)
- Intensive Übungsphasen insbesondere im Umgang mit Arbeitsmitteln und bei der Durchführung standardisierter Rechenverfahren
- Strukturierung der Arbeitsumgebung, z. B. durch Einsatz von Ablageschälchen beim Zählen von Mengen
- Sparsamer Einsatz und bewusste Auswahl aussagekräftiger Veranschaulichungsmaterialien, die über einen längeren Zeitraum genutzt werden können, da insbesondere deren taktiles Erfassen hohe kognitive und zeitliche Ressourcen erfordert
- Berücksichtigung des verlangsamten Arbeitstempos (z. B. beim Lesen mathematischer Ausdrücke, beim Erfassen von Graphen oder bei der Arbeit mit Tabellen)
- Reduzierung des Aufgabenumfangs im Sinne des exemplarischen Lernens, da z. B. schriftliche Rechenverfahren sehr aufwendig sind

Materialanpassung

Veranschaulichungsmaterialien im Mathematikunterricht sind in der Regel visuell geprägt. Durch Adaptionen können diese Medien größtenteils aber auch Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf Sehen zugänglich gemacht werden. Folgende **Gestaltungskriterien** sind für Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen hilfreich:

- Übersichtliche Struktur bei der Mengendarstellung
- Prägnante Konturen und visuell / taktil gut voneinander zu unterscheidende Linien
- Kontrastreiche Gestaltung
- Weglassen unnötiger Informationen
- Vorgefertigte Koordinatensysteme und Tabellen
- Realgegenstände oder Schwellkopien (taktil erfassbare Abbildungen) als Alternative zur zweidimensionalen Abbildung geometrischer Körper
- Bewusster Einsatz von Farben bei visuell arbeitenden Schülerinnen und Schülern
- Kontrastreiche und vergrößerte Rechenkästchen beim Arbeiten in Schwarzschrift



Abbildung 3: Rechenkartei mit Beschriftung in großer kontrastreicher Schrift
Quelle: ISB

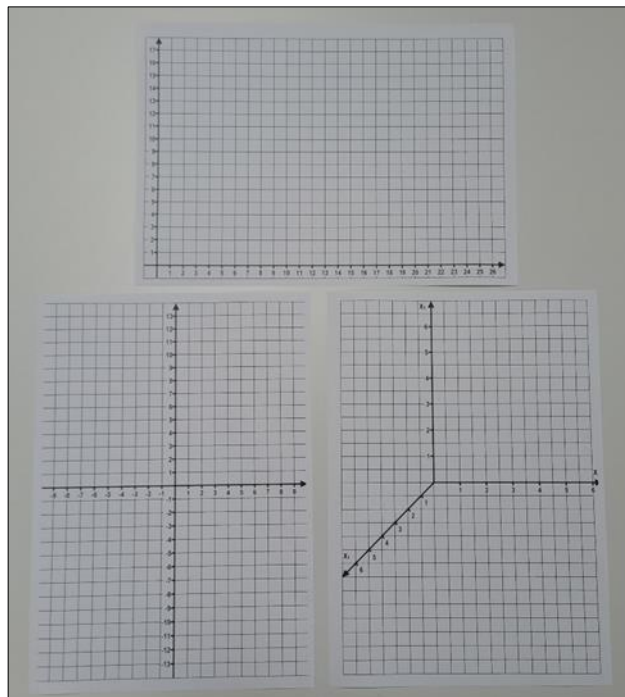


Abbildung 4: verschiedene vorgefertigte Koordinatensysteme für visuell arbeitende Schülerinnen und Schüler mit verstärkten Linien und Zahlen
Quelle: ISB



Abbildung 5: Adaptierte Karten mit Beschriftung in Schwarzschrift und in Braille für Spiele im Mathematikunterricht
Quelle: ISB

4 Bezüge zu ausgewählten Gegenstandsbereichen im LehrplanPLUS Förderschwerpunkt Sehen

4.1 Zahlen und Operationen

Entwicklung des Zahlbegriffs

Im Fach Mathematik entwickeln Schülerinnen und Schüler ein tiefes Verständnis für Zahlen (u.a. zu Zahldarstellung, Zahlbeziehungen, Stellenwertsystem). Dabei kommen im Unterricht enaktive, ikonische sowie symbolische Darstellungsformen zum Einsatz. Auf allen drei Ebenen müssen für Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen Anpassungen vorgenommen werden. Für den Umgang mit Mengen und Ziffern gilt:

- Beim Zählen konkreter Mengen / Gegenstände sind eine gute Strukturierung des Arbeitsplatzes (z. B. durch rutschfeste Unterlage, Ablageschälchen) und geeignete Strategien (z. B. gezählte Gegenstände bei Seite schieben) hilfreich.
- Bei starker Vergrößerung sind Mengen weniger übersichtlich und lassen sich simultan nicht so leicht erfassen. Gleiches gilt für taktil dargestellte Mengen (z. B. mittels Schwellkopie). Hier hilft eine strukturierte Darstellung (z. B. in Fünferbündeln, Reihen).
- Beim Schreiben von Ziffern in Schwarzschrift erleichtert ein klares Schriftbild von Lehrkräften und Lernenden die Lesbarkeit. In Brailleschrift sind Ziffern weniger gut voneinander zu unterscheiden, z. T. ähneln sie auch Buchstaben. Deshalb muss das Zahlenlesen hier intensiv geübt werden.

Auch bei der Entwicklung des Zahlbegriffs werden im Unterricht häufig visuelle Unterrichtsmaterialien eingesetzt. Durch sehbehinderten- bzw. blindenspezifische Anpassungen können jedoch auch diese Lernmedien genutzt werden:

- **Zwanziger- und Hunderterfelder:** Sie sind bei kontrastreicher Gestaltung und Vergrößerung auch sehbeeinträchtigten Schülerinnen und Schülern zugänglich. Über [Mediablis](#) können taktile Varianten mit prägnanten Stegen und Brailleschrift erworben werden.
- **Stellenwerttafel:** Für die Zahlbegriffsentwicklung ist das Verständnis der Stellenwertschreibweise entscheidend. Sehbehinderte Schülerinnen und Schüler profitie-

ren von vergrößerten Rechenkästchen mit kontrastreicher Lineatur (sog. „Waldkircher“ Hefte). Zum Austesten geeigneter Karos bietet sich der digitale [Lineaturen-katalog](#) an. Für blinde Schülerinnen und Schüler eignen sich Stellenwerttafeln mit Magneten oder Klett.

- **Mehrsystemblöcke:** Mit diesen kann sowohl taktil als auch visuell gearbeitet werden. Sie bieten sich deshalb auch bei inklusiver Beschulung an. Der Umgang mit dem Material ist aufgrund der reduzierten / fehlenden visuellen Kontrolle jedoch zeitaufwendiger und fehleranfälliger. Zur leichteren Handhabung können Anti-rutschfolien mit Kontrast und Ablageschälchen hilfreich sein. Taktile Markierungen auf den einzelnen Würfeln erleichtern das Abzählen.
- **Zahlenstrahl:** Er kann auch bei sehbeeinträchtigten Schülerinnen und Schülern eingesetzt werden, sofern die individuellen Lernvoraussetzungen beachtet werden (z. B. durch Vergrößerung, dickere Linien, Weglassen überflüssiger Informationen). Für blinde Schülerinnen und Schüler empfehlen sich Schwellkopien, tastbare Modelle oder Schnüre mit taktil unterscheidbaren Perlen.
- **Bruchdarstellungen:** Bei der Einführung von Bruchzahlen werden häufig Alltagsgegenstände zur Veranschaulichung genutzt sowie Darstellungen mit kontrastreicher farblicher Gestaltung und Vergrößerung. Tastbare Kreissegmente und Stäbe können beim Verständnis von Brüchen unterstützen.

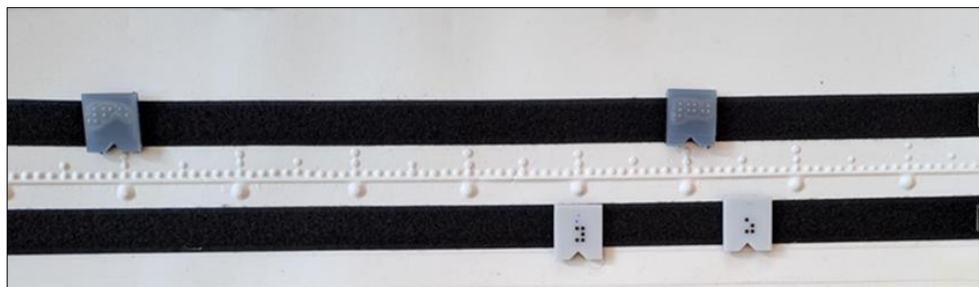


Abbildung 6: taktiler Zahlenstrahl (Vorlage von Mediablis)
Quelle: ISB

Im Anfangsunterricht werden verschiedene Materialien als Rechenhilfe eingesetzt. Folgende Anpassungen haben sich bewährt:

- **Rechenplättchen / Wendeplättchen:** Bei der Auswahl des Materials ist auf gute Kontraste zu achten. Haptische Varianten mit taktil unterscheidbaren Seiten können z. B. mit Knöpfen und Klettpunkten selbst hergestellt werden oder sind im [Lehrmittelkatalog von Mediablis](#) von Mediablis erhältlich.
- **Rechenschiffchen:** Sie lassen sich auch so gestalten, dass sie taktil unterscheidbar sind und die einzelnen Plättchen weniger leicht verrutschen.

- **Rechenmaschinen:** Beim Einsatz von Rechenmaschinen sind unter Umständen Anpassungen nötig, insbesondere um ein ungewolltes Verrutschen der Kugeln zu vermeiden (z. B. Schaumstoff hinter den Kugeln).



Abbildung 7: Knöpfe mit Klettpunkten und Klettleiste
Quelle: ISB

Zum Gegenstandsbereich „Zahlen und Operationen“ gehört auch das Erlernen verschiedener Rechenmethoden. Man unterscheidet in mündlich (Kopfrechnen), halbschriftliches und schriftliches Rechnen. Hinzu kommt in der Sekundarstufe der Einsatz des Taschenrechners.

Mündliches Rechnen

Im Unterricht mit hochgradig sehbehinderten und blinden Schülerinnen und Schülern liegt ein besonderer Fokus auf dem Kopfrechnen, da der Zugang zu halbschriftlichen und schriftlichen Rechenverfahren erschwert ist.

Halbschriftliches Rechnen

Schülerinnen und Schüler rechnen im Kopf und notieren sich Zwischenergebnisse nach individuellen Bedürfnissen. Diese Methode ist für Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf Sehen gewinnbringend, sofern eine für sie geeignete verbindliche Form der Fixierung von Zwischenergebnissen erarbeitet wird.

Schriftliches Rechnen

Voraussetzung für schriftliches Rechnen ist das Verständnis der Stellenwertschreibweise. Die Schülerinnen und Schüler müssen darauf achten, die entsprechenden Ziffern exakt untereinander zu schreiben. Eine plastische Stellenwerttafel mit Klett oder Magneten kann dabei helfen. Beim schriftlichen Rechnen mit der Punktschriftmaschine können folgende Schwierigkeiten auftreten:

- Beim taktilen Arbeiten ist ein genaues Untereinanderschreiben der Ziffern erschwert.
- Überträge können nur schwer notiert werden, da das Einfügen von Ziffern nicht möglich ist.
- Ergebnisse von Addition, Subtraktion und Multiplikation werden von rechts nach links notiert, während die Schreibmaschine von links nach rechts schreibt.
- Bei Divisionsaufgaben braucht es alternative Schreibweisen, um umständliche Zeilensprünge zu vermeiden.

Trotz dieser Herausforderungen ist das schriftliche Rechnen ein wichtiger Inhalt des Mathematikunterrichts. Ein reduzierter Aufgabenumfang, mehr Zeit zum Üben und Strategien im Umgang mit der Punktschriftmaschine können Schülerinnen und Schülern die Arbeit erleichtern.

Taschenrechner

Herkömmliche Taschenrechner sind für Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen oftmals zu kontrastarm und zu klein. Dank Vergrößerungssoftware und Sprachausgabefunktion kann der Computer oder das Tablet den Taschenrechner beim Lösen von Rechenaufgaben ersetzen. In der Praxis werden durch Erprobung individuelle Lösungen gefunden (z. B. Taschenrechner des PC-Betriebssystems, Tabellenkalkulationsprogramm als Taschenrechner, Taschenrechner-Apps, barrierefreier Taschenrechner Arithmico). Weiterführende Informationen zu [förderschwerpunktspezifischen Lösungen](#) gibt es auch im Internet.



Der MSD berät zu Lehr- und Lernmedien sowie zu geeigneten Taschenrechnern.

4.2 Größen und Messen

Der Umgang mit verschiedenen Größen wie Längen, Zeitspannen, Flächen, Hohlmaßen, Gewicht und Geld ist ein zentraler Bestandteil des Mathematikunterrichts. Die Vorstellungen sehbeeinträchtigter Schülerinnen und Schüler von diesen Größen ist abhängig vom individuellen Sehvermögen und den gesammelten Umwelterfahrungen. Diese Erfahrungen müssen im Alltag häufig gezielt von anderen Personen benannt und erfahrbar gemacht werden. Das außerschulische Umfeld hat hier großen Einfluss.

Manche Größen sind für Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen leichter zugänglich, während andere schwerer zu erfassen sind. Um Stützpunktvorstellungen zu allen gängigen Größen aufzubauen, werden Messungen sowohl mit selbstgewählten als auch mit standardisierten Maßeinheiten durchgeführt. Nur auf dieser Erfahrungsbasis können Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen Berechnungen mit Größen verstehen und beurteilen. Das Messen mit standardisierten Messgeräten ist mit einer Seheinschränkung meist komplex und muss deshalb intensiv geübt werden. Das individuelle Sehvermögen entscheidet darüber, ob die (adaptierten) Messgeräte visuell, taktil oder akustisch genutzt werden. Die erwartete Messgenauigkeit muss dabei individuell festgelegt werden. Bei der Darstellung von Einheiten in Schwarzschrift ist es wichtig, dass auch Indizes gut lesbar sind.

Beispiel: m^3 statt m^3



Hinweis für blinde Schülerinnen und Schüler

Vom Brailleschriftkomitee der deutschsprachigen Länder (BSKDL) gibt es einheitliche [Vorgaben zur Notation verschiedener Einheiten in Brailleschrift](#).

Hinweise zu den verschiedenen Größen

Folgende Hinweise können hilfreich sein bei der Erfassung mit den jeweiligen Größen:

Länge und Fläche

Länge ist eine wichtige Größe, die auch als Grundlage für Fläche, Volumen oder Geschwindigkeit dient. Sie ist prinzipiell visuell, aber auch über das Zurücklegen von Strecken oder das Tasten erfahrbar. Insbesondere größere Längen und Flächen können bei starker Vergrößerung durch das Tasten jedoch nicht simultan erfasst werden. Um dennoch eine Gesamtvorstellung zu gewinnen, müssen die einzelnen Eindrücke mental zusammengesetzt werden. Deshalb ist es wichtig, Lernanlässe zu schaffen, die beim Aufbau von Längenvorstellungen unterstützen. Dies kann beispielsweise im Sportunterricht durch das bewusste Zurücklegen von Strecken umgesetzt werden. Gerade für Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen ist es von Vorteil, die eigenen Körpermaße zu kennen, da sie immer verfügbar sind und z. B. im Bereich Orientierung und Mobilität hilfreich sein können. Spezielle Hilfsmittel wie taktile Lineale oder Maßbänder sind am Hilfsmittelmarkt verfügbar.

Hohlmaß / Volumen

Bei der Erarbeitung von Hohlmaßen bieten sich im Unterricht Realgegenstände an, die von den Schülerinnen und Schülern ertastet und auch geöffnet werden können. Falls Schüttversuche zur Veranschaulichung von Volumina zum Einsatz kommen, kann eine kontrastreiche Gestaltung (z. B. durch Sand oder farbige Flüssigkeiten) den Schülerinnen und Schülern mit Sehbehinderung den Zugang erleichtern. Ein Tablett mit Rand begrenzt den Arbeitsraum und verhindert das Auslaufen der Flüssigkeiten.

Masse/ Gewicht

Gewicht erschließt sich nicht visuell, sondern zunächst über die unmittelbare Wahrnehmung mit dem Körper. Es ist davon auszugehen, dass blinde Schülerinnen und Schüler im Alltag bewusster auf das Gewicht eines Gegenstands achten, beispielsweise um zu beurteilen, wie voll eine Trinkflasche ist. Abhängig vom individuellen Sehvermögen und dem Lerninhalt können im Unterricht Balkenwaagen, Waagen mit Sprachausgabe (so genannte sprechende Waagen) oder Waagen mit großem Display eingesetzt werden.

Geldwerte

Münzen und Scheine sind visuell und taktil unterscheidbar. Da beim Identifizieren der Geldwerte neben der Größe auch die Oberflächenbeschaffenheit und das Gewicht eine Rolle spielen, ist für sehbeeinträchtigte und blinde Schülerinnen und Schüler die Realbegegnung besonders wichtig. Abbildungen von Münzen und Scheinen oder spezielles Rechengeld aus Kunststoff sind deshalb kein adäquater Ersatz.

Zeit / Zeitspanne

Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen haben häufig nur geringe Vorerfahrungen mit Uhren, da diese im Alltag weniger oft wahrgenommen werden. Es ist wichtig, dass diese Schülerinnen und Schüler Uhren zur Verfügung haben, die für sie leicht zu nutzen sind. Dafür gibt es viele verschiedene Varianten, z. B. Uhren mit großem Display und gutem Kontrast, sprechende Uhren, Tastuhren oder Vibrationsuhren. Darüber hinaus lassen sich auch herkömmliche Uhren entsprechend adaptieren, beispielsweise indem an einer Eieruhr taktile Markierungen angebracht werden.



Bei Fragen zur Beschaffung und zum Einsatz von Hilfsmitteln berät der MSD. Er gibt auch Tipps bei der Darstellung von Einheiten in Schwarzschrift.

4.3 Raum und Form

Im Gegenstandsbereich Raum und Form entwickeln und stärken besonders Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen ihr räumliches Denken (vgl. ISB 2024, 195). Dabei sind Modelle die erste Wahl zur Veranschaulichung. Abbildungen sind ebenfalls zielführend und wichtig, soweit diese an die individuellen visuellen und taktilen Wahrnehmungsfähigkeiten angepasst sind. Folgende Modifikationen sind hilfreich:

Abbildungen und Körper

- Verwendung von klar strukturierten Materialien, die nur die erforderlichen Informationen enthalten
- Ausreichende Vergrößerung und Verstärkung von Kontrasten und Linien
- Hervorheben von wesentlichen Aspekten durch Verstärkung von Linien / Punkten und farbige Akzentsetzung
- Bei Bedarf haptische Unterstützung durch Nachfahren der Abbildung oder einzelner Punkte mit schwarzer Konturenpaste
- Ausgabe als vergrößerte Einzelkopie oder im digitalen Format
- Verwendung der digitalen Schulbücher im PDF-Format, damit Vergrößerungen beispielsweise auch bei Hausaufgaben oder in Vertretungsstunden gewährleistet sind



Hinweise für blinde Schülerinnen und Schüler

Blinde Schülerinnen und Schüler nutzen Modelle oder taktile Abbildungen, die ebenfalls klar strukturiert und auf die wesentlichen Informationen reduziert sein sollten. Einfache taktile Abbildungen können mit handelsüblichem Bastelmaterial (z. B. Moosgummi, Bastelkarton, Plusterstift) hergestellt werden. Sehr gebräuchlich sind darüber hinaus Steckbrett und Zeichenbrett. Auf beiden können auch komplexere Abbildungen erstellt werden. Sofern ein Fuser zur Verfügung steht, können auch Schwellkopien (vgl. [Abbildung](#) unten) hergestellt werden. Besonders bewährt haben sich die von Mediablis erstellten Abbildungen zu den adaptierten Schulbüchern.

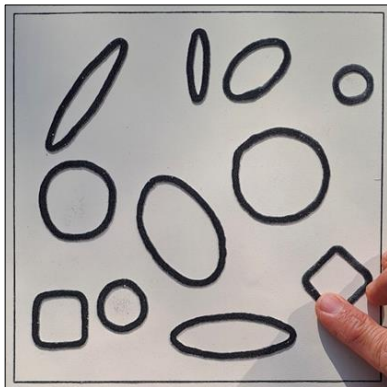


Abbildung 8: Schwellkopie „Kreise finden“
Quelle: ISB

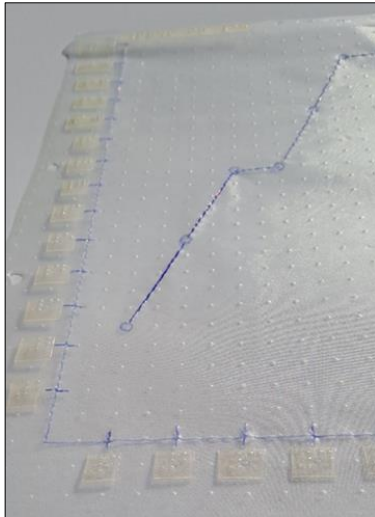


Abbildung 9: tastbarer Graph auf einer Zeichenfolie mit Punkten
Quelle: ISB



Abbildung 10: taktiles Modell einer Pyramide aus dem 3-D-Druck
Quelle: ISB

In der Sekundarstufe I ist der [„Geometrieatlas für blinde und sehbehinderte Schüler“](#) sehr hilfreich, der die wichtigsten geometrischen Inhalte mit Abbildungen und kurzen Erläuterungen zusammenfasst. Das Material ist durch seine Klarheit und Prägnanz sowohl visuell als auch taktil nutzbar.

Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen benötigen beim Betrachten und Erkennen von Abbildungen und Modellen mehr Zeit und Anstrengung als Lernende ohne Sehbeeinträchtigung. Insbesondere beim Tasten ist das Erkennen räumlicher Strukturen und Gewinnen eines Gesamteindrucks wesentlich komplexer und mühsamer. Deswegen ist ein exemplarisches Lernen an bewusst ausgewählten Abbildungen und Körpern erforderlich. Zusätzliche verbale Beschreibungen oder Hinweise erleichtern das Erfassen.



Der MSD berät zur Auswahl und Erstellung von geeigneten Abbildungen und Modellen. Auch Bezugsquellen von fertigen Materialien können erfragt werden.

Geometrisches Zeichnen

Beim geometrischen Zeichnen sollten Schülerinnen und Schüler über spezielles Arbeitsmaterial verfügen, das ihnen ein eigenständiges Agieren ermöglicht. Dies kann sein:

- Lineale mit ausreichend großer Beschriftung, starkem Kontrast und evtl. zusätzlichen haptischen Markierungen
- (große) Geodreiecke mit Griff und zusätzlichen farblichen Markierungen / haptischen Markierungen
- Zirkel mit Halterung zum Einspannen verschiedener Stifte
- Individuell gewählte Stifte zum Zeichnen
- Spezielle Lineaturen zum Zeichnen (z. B. Punkte statt Kästchen)



Zeichenmaterialien für taktil arbeitende Schülerinnen und Schüler:

- Zeichenbrett mit Folien (auch besondere Vorlagen) und speziellen Stiften
- Lineal mit taktilen Markierungen
- Kurvenlineal
- Winkelmesser
- Zirkel, bei dem die Bleistiftmine durch eine Metallmine ersetzt ist

Alle Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen müssen mit ihren individuellen Zeichengeräten vertraut sein und der Umgang mit diesen muss intensiv geübt werden. Für die Lehrkräfte gibt es frei verfügbare Videos zum taktilen Zeichnen im Internet, um einen ersten Eindruck zu gewinnen. Insbesondere beim geometrischen Zeichnen erhalten Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen abhängig vom individuellen Sehvermögen eine Mess- und Zeichentoleranz. Selbst wenn das geometrische Zeichnen zeitintensiv und anstrengend ist, sollte es durchgehend eine Rolle im Geometrieunterricht spielen, wobei eine Auswahl exemplarischer Aufgaben getroffen werden muss.

4.4 Funktionaler Zusammenhang

Neben Funktionen bilden auch Gleichungen einen wichtigen Inhalt dieses Gegenstandsbereichs, der erst ab der Sekundarstufe Teil des Lehrplans ist. Dabei ist der Umgang mit (langen) Termen sowie die Arbeit mit Graphen besonders herausfordernd.

Gleichungen

Folgende Anmerkungen gelten zum Umgang mit Gleichungen:

- Bei starker Vergrößerung ist es für Schülerinnen und Schüler mit Sehbehinderung schwieriger, den Überblick über lange Terme zu gewinnen und Blicksprünge zu bewältigen.
- Die Schülerinnen und Schüler, die digital arbeiten, sind auf LaTeX-Kenntnisse angewiesen, die zusätzlich erworben werden müssen. Durch die lineare Darstellung erfordert die Arbeit in LaTeX höhere kognitive Ressourcen.
- Klassische Unterrichtsmethoden, z. B. Lösen von Gleichungen an der Tafel im Frontalunterricht, stoßen an Grenzen. Unterstützend können den Schülerinnen und Schülern die Lösungswege in schriftlicher Form zur Verfügung gestellt werden. Außerdem ist es gewinnbringend, die Tafelanschriften gut zu verbalisieren.
- Es ist wichtig, die Notizen der Schülerinnen und Schüler regelmäßig zu überprüfen und die Schreibweisen einzuüben, z. B. im Rahmen von Budgetstunden.

Funktionen

Für Funktionen und funktionale Zusammenhänge gibt es mehrere Darstellungsformen. Abhängig vom individuellen Sehvermögen sind sie unterschiedlich leicht zugänglich. Bei der passgenauen Auswahl der Darstellungsform können folgende Überlegungen hilfreich sein:

- **Graph:** Sofern blinden- und sehbehindertenspezifische Gestaltungskriterien eingehalten werden (vgl. 2. Grundlagen für die pädagogische Praxis) liefern Graphen einen Überblick über den Verlauf der Funktion. Bei einem vergrößerten Koordinatensystem funktioniert das Messen mit dem Lineal jedoch nicht mehr so einfach. Zudem können mehrere Graphen in einem Koordinatensystem verwirren und sollten deshalb gut voneinander zu unterscheiden sein. Auch das Zeichnen von Graphen ist für die Schülerinnen und Schüler herausfordernd. Unter Umständen ist das Anfertigen von Skizzen statt genauen Zeichnungen oder die verbale Beschreibung durch die Schülerin / den Schüler ausreichend. Vorgefertigte Arbeitsmittel erleichtern die Arbeit und sind am Hilfsmittelmarkt erhältlich.
- **Darstellung als Tabelle:** Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen können einzelne Werte (Wertepaare) in Tabellen präziser ablesen als bei Graphen. Große Tabellen können jedoch unübersichtlich sein. Ggf. müssen wichtige Inhalte visuell hervorgehoben werden. Auch die Ausgabe als lineare Aufzählung ist möglich, was insbesondere in Punktschrift hilfreich ist.

- **Darstellung als Term:** Terme nutzen mathematische Symbole und sind auch auf der Braillezeile darstellbar. Sie ersetzen unter Umständen das vor allem für sehbeeinträchtigte Schülerinnen und Schüler zeitaufwendige Zeichnen von Graphen, sofern die Terme richtig interpretiert werden können (Steigung, Schnittpunkte).

4.5 Daten und Zufall

Daten

Die Arbeit mit Daten ist wichtiger Bestandteil vieler Unterrichtsfächer (z. B. Wahlergebnisse oder Klimadaten). Die dafür notwendigen grundlegenden Kompetenzen werden im Mathematikunterricht angebahnt. Die Schülerinnen und Schüler müssen für diesen Zweck mit Daten umgehen, die sie entweder selbst erheben oder aus vorhandenen Quellen entnehmen. Sofern Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen selbst Daten erheben sollen, ist es wichtig, dass sich die Aufgaben an den individuellen Wahrnehmungsmöglichkeiten und der Erfahrungswelt orientieren (z. B. Hobbies, Schuhgröße, Wohnort, Musikgeschmack). Bei der Arbeit mit bereits vorhandenen Daten können z. B. lineare Auflistungen, Tabellen oder Diagramme zum Einsatz kommen. Im Kontext von Sehbehinderung und Blindheit muss eine Darstellungsform gefunden werden, die bei starker Vergrößerung oder in taktiler Form zugänglich und leicht handhabbar ist. Grundsätzlich sind folgende Punkte empfehlenswert:

- **Art der Darstellung:** Für Schülerinnen und Schüler mit Sehbehinderung empfiehlt sich eine kontrastreiche Darstellung, bei der auch auf eine prägnante Beschriftung geachtet wird. Taktil lassen sich Grafiken und Diagramme z. B. mittels Schwellkopieverfahren adaptieren. Mit Hilfe von [Steckwürfeln](#) können Diagramme ebenfalls dargestellt werden. Begleitmaterialien zu den adaptierten Schulbüchern können auch über Mediablis bestellt werden. In der Praxis ist es unter Umständen praktikabler, die Diagramme durch eine Darstellung der Daten in Tabellenform oder durch lineare Auflistung zu ersetzen.
- **Reduzierung der Komplexität:** Bei der Auswahl oder Erstellung von Diagrammen sollten nur jene Informationen enthalten sein, die für die Bearbeitung der Aufgaben relevant sind, z. B. durch Weglassen überflüssiger Icons.
- **Zeitbedarf:** Durch die Reduzierung auf bewusst ausgewählte Beispiele mit hoher Aussagekraft können die Schülerinnen und Schüler exemplarisches Wissen zu Di-

agrammen in der verfügbaren Zeit erwerben. Diagramme sind ein wichtiger Lerninhalt und sollten auch Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf Sehen nicht gänzlich vorenthalten werden.

- **Erkundungsstrategien:** Durch systematische Blick- und Taststrategien lassen sich aus Darstellungen die relevanten Informationen einfacher entnehmen. Bei einem Säulendiagramm bietet sich z. B. ein Vorgehen an, bei dem sich die Schülerin / der Schüler zunächst eine grobe Orientierung verschafft, dann die Beschriftung der Achsen erfasst, im Anschluss einzelne Säulen erkundet und diese schließlich miteinander vergleicht. Ausführliche Informationen zur [Erkundung taktiler Grafiken](#) hat die TU Dresden zusammengestellt.
- **Digitales Arbeiten:** Liegen Daten in digitaler Form vor, können diese beispielsweise mit Excel bearbeitet und ausgewertet werden. Dafür sind jedoch entsprechende Programmkenntnisse nötig. Um Schülerinnen und Schülern die Arbeit mit Excel zu erleichtern, bietet Mediablis eine [tiefgezogene Excel-Tabelle](#) an. Hier kann der Aufbau der Tabelle und die generelle Struktur erkundet werden.

Zufall

Im Mathematikunterricht nähern sich die Schülerinnen und Schüler dem Thema Zufall und Wahrscheinlichkeit häufig über Zufallsexperimente (z. B. Würfeln, Münzwurf, Losen). Sehbehinderten- und blindenspezifische Adaptionen können dabei sowohl bei der Durchführung der Experimente als auch beim Festhalten der Ergebnisse notwendig sein. Durch vergrößerte und farblich auffällig gestaltete Materialien können die Experimente auch von Schülerinnen und Schülern mit Sehbehinderung durchgeführt werden. Taktile Würfel sind am Hilfsmittelmarkt erhältlich oder lassen sich selbst anfertigen. Ein Würfelbecher oder das Würfeln gegen die Hand verhindern, dass der Würfel vom Tisch fällt und für Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen nicht mehr auffindbar ist. Lose können mit adaptierter Schrift erstellt werden. Taktile unterscheidbare Gegenstände, wie „Braillelegosteine“ können bei Zufallsexperimenten eingesetzt werden. Die Ergebnisse der Experimente können mit vorgefertigten Tabellen oder mit einem Steckbrett festgehalten werden. Viele Zufallsexperimente werden mit Baumdiagrammen visualisiert. Diese können mit Magneten dargestellt werden. Alternativ bietet sich eine lineare Auflistung an.

5 Literatur, weiterführende Informationen und Anregungen

Literatur

Csocan, E. u.a. (2001): Mathematik mit sehbehinderten Kindern. In: Krug, F. (Hrsg.): Didaktik für den Unterricht mit sehbehinderten Schülern. München, Basel: Reinhardt, 290-317.

ISB (Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung) (Hrsg.) (2024): Lehrplan-PLUS Förderschwerpunkt Sehen. Online: https://www.lehrplanplus.bayern.de/sixcms/media.php/119/F%C3%B6rderschule_Sehen_Stand_08_03_24.pdf [02.06.2025]

LfS (Landesinstitut für Schulentwicklung Stuttgart) (Hrsg.) (2011): Blinden- und sehbehindertenspezifische Unterrichtshinweise zu Mathematik. Online: https://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/schularten/sonderpaedagogische-bildung/sonderpaedagogische-bildungs-und-beratungszentren-sbbz/sbbz_sehen/bildungsplan/mathematik.pdf [20.10.2024]

Leuders, J. (2016): Inklusives Mathematiklernen bei Sehbeeinträchtigung und Blindheit – Herausforderungen und Konzepte. Online: <https://fis.uni-bamberg.de/server/api/core/bitstreams/1a23af72-543e-4b39-a1e3-a21127b6e557/content> [20.10.2024]

Leuders, J. / Lang, M. (2022): Grundlagen des Mathematikunterrichts. In: Lang, M. / Hofer, U. (Hrsg.): Didaktik des Unterrichts mit blinden und hochgradig sehbehinderten Schülerinnen und Schülern. Band 2: Fachdidaktiken. Stuttgart: Kohlhammer, 77-114.

Wahl, B. / Leuders, J. (2023): Auswirkungen von Blindheit auf das Mathematiklernen. Online: <https://wsd-bw.de/doku.php?id=wsd:mathematik:blindheit> [20.10.2024]

Weiterführende Informationen und Anregungen

Informationen zum inklusiven Mathematikunterricht

- Informationen des Deutschen Zentrums für Lehrkräftebildung zum inklusiven Mathematikunterricht für den Förderschwerpunkt Sehen: <https://pikasmidzlm.de/f%C3%B6rderschwerpunkte/sehen> [20.10.2024]
- Hinweise der Irisschule zum gemeinsamen Unterricht mit sehbehinderten und blinden Schülerinnen und Schülern an Regelschulen: https://www.lwl-irisschule-muenster.de/media/filer_public/64/4b/644b5ce2-d71a-403c-9a88-06f1632db59f/mathematik.pdf [20.10.2024]

Unterrichtsideen und -medien

- Didaktikpool mit zahlreichen Ideen für den Mathematikunterricht für Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Sehen: <https://www.isar-projekt.de/didaktikpool.html> [20.10.2024]
- Sammlung von selbsterstellten Materialien für den Mathematikunterricht: <https://www.braillezeugs.de/erstelte-materialien-fuer-den-unterricht.html> [20.10.2024]
- Lehrmittelkatalog von Mediablis für taktil arbeitende Schülerinnen und Schüler: <https://mediablis-bayern.de/products-category/sonstiges/> [20.10.2024]
- Hinweise zu barrierefreien Taschenrechnern: <https://www.augenbit.de/wiki/index.php?title=Mathematik> [20.10.2024]
- Wissenschaftlicher Taschenrechner Arithmico für Nutzer mit Sehbeeinträchtigung: <https://www.blista.de/taschenrechner-fuer-alle> [20.10.2024]

Mathematikschrift

- System der Mathematikschrift in der Deutschen Brailleschrift: <http://www.bskdl.org/download/mathematik/Mathematik%20zum%20Ausdrucken%20SS.pdf> [20.10.2024]
- Hinweise zur Textübertragung in LaTeX: https://mediablis-bayern.de/wp-content/uploads/2023/05/latex-mediablis-18_01_31.pdf [20.10.2024]
- Lesen von Ziffern / Zahlen bei Sehbeeinträchtigung: https://www.isar-projekt.de/portal/1/uploads/621_Beck_Wahrnehmung%20von%20Zahlen%20mit%20einer%20Sehbeeintr%C3%A4chtigung_ISaR.pdf [20.10.2024]