

# Assistive Technologien im Unterricht

## Teilhabe am Bau von Rennautos mithilfe des ATU-Modells

Clara Laubmeister & Hannah Weck

Clara Laubmeister <https://orcid.org/0000-0002-5923-9791>, Wissenschaftliche Mitarbeiterin im QLB-Projekt „Zukunftsstrategie Lehrer\*innenbildung“ im Handlungsfeld „Assistive Technology Labs“ und im Institut für Mathematikdidaktik der Universität zu Köln.

Hannah Weck <https://orcid.org/000-0002-4121-6188>, Wissenschaftliche Mitarbeiterin im QLB-Projekt „Zukunftsstrategie Lehrer\*innenbildung“ im Handlungsfeld „Assistive Technology Labs“ und am Arbeitsbereich Sonderpädagogische Grundlagen der Universität zu Köln.

Um Teilhabe für alle Lernenden im inklusiven Unterricht zu erreichen, können von Lehrkräften Assistive Technologien eingesetzt werden. Damit diese zielgerichtet und passgenau basierend auf den Bedarfen sowie den Status Quo des lernenden Individuums ausgewählt werden, wurde ein Modell zum Einsatz Assistiver Technologien (AT) im Unterricht konzipiert. Dieses soll Lehrkräften als Orientierungsgrundlage für den Prozess der AT-Implementierung dienen. Am Beispiel der Lehr-Lern-Einheit zum Thema Kinematik, d.h. zur Klassifizierung und zum Vergleich von Bewegungen in Bezug auf Ort, Zeit, Geschwindigkeit sowie Beschleunigung, wird exemplarisch anhand des Modells der Bau eines Rennautos im Technikunterricht betrachtet. Möglichen Barrieren, insbesondere sprachlichen oder motorischen, kann beim Bau des Rennautos durch den Einsatz Assistiver Technologien entgegengewirkt werden.

Stichwörter: Assistive Technologien, Teilhabe, ATU-Modell, MINT-Unterricht

Schulform(en): Gesamtschule

Klassenstufe(n): Sekundarstufe 1

Fach/Fächer: MINT-Unterricht

Thema: Kinematik, Bau von Rennautos



## 1 Einleitung

Assistive Technologien (AT) sind neben Universal Design for Learning und Barrierefreiheit laut UN-Behindertenrechtskonvention (UN-BRK) eine wichtige Voraussetzung, um Inklusion und Teilhabe zu gewährleisten (Bühler, 2017). „Teilhabe bedeutet, dass eine Person als gleichberechtigtes Mitglied der Gesellschaft ihr Leben in allen Bereichen, die ihr wichtig sind, selbstbestimmt gestalten kann“ (Brütt Buschmann-Steinhage, Kirschning, & Wegscheider, 2016, S. 1068). Als AT werden nach europäischer Normung Produkte definiert,

die von oder für Menschen mit Behinderungen [oder anderen Diversitätsdimensionen – Anm. d. Verf.] verwendet werden, um am öffentlichen Leben teilzuhaben; um Körperfunktionen/-strukturen und Aktivitäten zu schützen, zu unterstützen und zu ertüchtigen, zu messen oder zu ersetzen; oder um Schädigungen, Beeinträchtigungen der Aktivität und Einschränkungen der Teilhabe zu verhindern. (DIN EN ISO 9999:2017-03)

Für Schüler:innen mit Beeinträchtigungen oder anderen Diversitätsdimensionen ermöglichen AT Zugang zur Teilhabe am Unterricht, indem Aufgaben bewältigt und Lernprozesse ermöglicht und unterstützt werden können (Christ, 2020).

AT können anhand des Grades ihrer Technisierung in verschiedene abgestufte Kategorien unterteilt werden (Krstoski, 2022). Beginnend bei No-Tech (nicht-technischen) Hilfsmitteln, wie Rechenregeln oder Merksätze, Gebärden oder Assistenz durch Menschen und Tiere, führen sie weiter zu elektronischen AT. Low-Tech AT sind nicht-elektronische Hilfsmittel wie Langstöcke, Piktogramme, Gehörschutz oder Einhandscheren. Elektronische Hilfsmittel gehen von Mid-Tech (einfache elektronische Geräte), wie Vorlesestifte, Kopfhörer oder einfache Talker (z.B. BIGmack) über in High-Technologien (komplexe elektronische Technologien), die häufig mit hohen Kosten verbunden sind (z.B. E-Rollstühle, Computer und Augensteuerung) bis hin zu High-End-Tech, die sich noch in der Entwicklung und Forschung befinden, wie Computer-Brain-Interfaces (angelehnt an: Fisseler, 2020; Marsters, 2011). Eine Übersicht der Abstufungen zeigt Tabelle 1, bei der exemplarisch einige AT aufgezählt werden, die fächerübergreifend oder fachspezifisch eingesetzt werden können. Es wird auch deutlich, dass einige AT, je nach Komplexität, in mehrere Kategorien fallen können. Beispielsweise ist der einfache Talker, der nur über eine Taste bedient wird, die ein eingesprochenes Wort oder einen Satz vorliest, eine Mid-Tech AT. Ein komplexerer Talker, der durch Touch oder Augensteuerung bedient werden kann und mit welchem ganze Sätze gesprochen werden können, fällt in die Kategorie High-Tech.

Tab 1: Übersicht über Kategorien der AT (angelehnt an: Fisseler, 2020; Marsters, 2011– eigene Darstellung)

No-Tech	Low-Tech	Mid-Tech	High-Tech	High-End-Tech
Gebärden	Zirkel	Einfache Talker (z.B. BIGmack/ Step-by-Step)	E-Rollstuhl	Computer-Brain-Interfaces
Inklusionsbegleitung	Geodreieck	Power-Link	Screen-Reader	Pflegeroboter
Assistenzhund	Piktogramme	Joystick	Diktierfunktion	Exoskelett
Dolmetscher:in (z.B. Gebärdensprache)	Leichte Sprache	Vorlesestift	Computer	Bionische Prothese (z.B. Hand)
Schreibassistenz	Lupe	Braillezeile	Lift	
Rechenregeln	Einhandschere	Hörgerät	Hör-Implantat	
Merksätze	Rollstuhl	Suchmaschine	Talker (z.B. Quasselkiste)	
	Rollator	Elektronisches Wörterbuch/ Übersetzer	Tablet (mit systeminternen Bedienungshilfen)	
	Blindenstock	Stoppuhr	Kopf-/ Augensteuerung	
	Brille	Kopfhörer	Elektrolarynx (Stimmprothese)	
	Gehörschutz			
	Lauf-/Stehtrainer			
	Orthese			

Der Einsatz von AT führt nicht per se zu einer gleichberechtigten Teilhabe aller Lernenden im (inkluisiven) Unterricht. Stattdessen müssen sowohl individuelle Aspekte, wie Einstellung zu AT als auch strukturelle Aspekte wie technische Voraussetzungen berücksichtigt werden. Dabei ist eine mehrdimensionale Betrachtung unabdingbar, um die komplexen Wirk- und Veränderungsprozesse im Unterricht einzubeziehen.

Zunächst wird anhand eines Modells verdeutlicht, welche Aspekte berücksichtigt werden müssen, wenn AT im Unterricht eingesetzt werden. Dies wird anschließend, basierend auf einer Lehr-Lern-Einheit zum Thema *Kinematik*, exemplarisch für den Technikunterricht demonstriert. Die Lehr-Lern-Einheit ist inklusiv gestaltet und fächerverbindend angelegt, was im Folgenden aufgezeigt wird.

## 2 ATU-Modell

Das vom Assistive Technology-Lab <sup>1</sup> des BMBF-geförderten Projekts Zukunftsstrategie Lehrer\*innenbildung (ZuS) entwickelte Modell zum Einsatz AT im Unterricht (ATU-Modell) basiert auf dem Partizipationsmodell von Beukelman und Mirenda (2012), das national und international als handlungsleitend im Bereich der Unterstützten Kommunikation (UK) angesehen wird (Thiele, 2016). Im Vergleich dazu identifiziert das ATU-Modell in Bezug auf Teilhabe nicht nur Barrieren, sondern auch Potenziale sowie Bedarfe. Der Fokus liegt im ATU-Modell nicht ausschließlich auf Kommunikation, sodass neben AT zur UK alle AT in Betracht gezogen werden können, um Teilhabe zu erweitern bzw. zu ermöglichen.

Das ATU-Modell (Abb. 1) dient Lehrkräften als Orientierungsgrundlage für den Prozess AT für Lernende zu implementieren. Es werden Diagnostik und Interventionen als ein zirkulärer Prozess beschrieben, sodass der Einsatz von AT kontinuierlich angepasst werden kann. Die vorgesehenen Interventionen sollen sich, basierend auf dem Konzept des Universal Design for Learning (CAST, 2018), wenn möglich an alle Lernenden richten und keine Sonderlösung oder gar Stigmatisierung für einige darstellen. Nichtsdestotrotz wird es aber immer notwendig sein, dass Interventionen individuelle Personen und ihre spezifischen Bedarfe berücksichtigen. Das ATU-Modell kann während der gesamten Schullaufbahn zum Einsatz kommen und sowohl die gegenwärtige als auch die zukünftige (Bildungs-)Situation fokussieren. Begleitend sollte die Lehrkraft jeden Schritt dokumentieren, um am Ende des Prozesses bei der Evaluation darauf zurückgreifen zu können.

---

<sup>1</sup> <https://zus.uni-koeln.de/das-ist-zus/competence-labs/assistive-technology-labs>

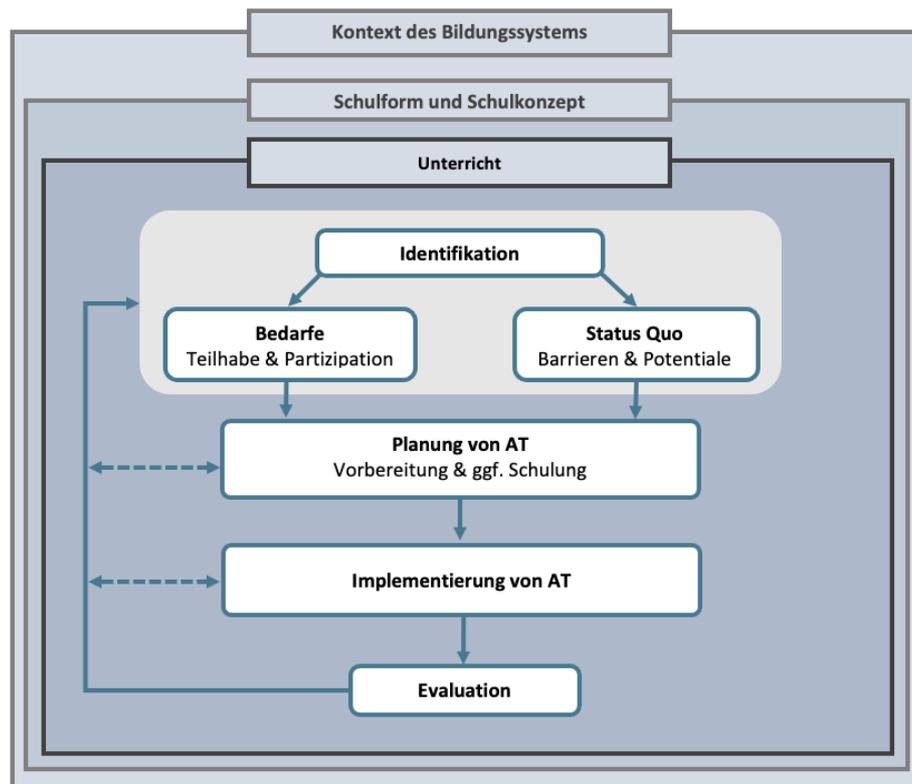


Abb. 1: Assistive Technologien im Unterricht (ATU)-Modell

Im Folgenden wird das ATU-Modell mit dem von den Rahmenbedingungen bedingten Prozess erläutert.

## 2.1 Rahmenbedingungen

Rahmenbedingungen haben einen entscheidenden Einfluss auf Teilhabe und können sowohl Barrieren als auch Potentiale in Bezug auf den Einsatz von AT im Unterricht darstellen. Im ATU-Modell sind diese durch drei Ebenen in Anlehnung an Bronfenbrenner (1979) berücksichtigt:

Das Makrosystem stellt im ATU-Modell den Kontext des Bildungssystems dar. Der innere Prozess des Modells wird u.a. durch Gesetze, politische Hürden, starre Handlungsabläufe und Konventionen, das komplexe Antrags- und Widerspruchsverfahren (ANUK, 2014), Infrastruktur, Vernetzung und Kooperationen bestimmt.

Im Mesosystem wird im ATU-Modell der Einfluss von Prozessen, Schulform und -konzept, welches der:die Schüler:in besucht, einbezogen. Darunter fallen u.a. die spezifische Schule, die Schulform, die (barrierefreie) Architektur, das (inklusive) Konzept der Schule, die Ausstattung der Schule oder die Infrastruktur.

Die Ebene des Mikrosystems wird im ATU-Modell durch den Unterricht repräsentiert. Zu der Ebene des Unterrichts zählt sowohl der jeweilige Fachunterricht als auch außerunterrichtliche Situationen wie Pausen oder Schulausflüge. Im Unterricht befinden sich Kinder und Jugendliche mit ihren individuellen Bedürfnissen in unmittelbarer Interaktion mit ihrer Umwelt, die u.a. durch Klassengröße, kognitive Voraussetzungen in der Klasse, Herkunft und Sprache(n) der Lernenden beeinflusst wird. Daher müssen auf dieser Ebene die individuellen Bedürfnisse der Kinder und Jugendlichen identifiziert werden. Dazu zählt neben den spezifischen Beeinträchtigungen und Fähigkeiten und den Anforderungen an AT auch eine kritische Analyse der Passung zwischen Individuum, Umwelt und AT (DVfR, 2010). Darüber hinaus ist auf dieser Ebene relevant, wie und von wem der Unterricht gestaltet wird. Qualifikationen von Lehrkräften und Fachpersonal, organisatorische Rahmenbedingungen für eine multiprofessionelle Zusammenarbeit, Kooperationen innerhalb der Teams, Einstellungen, Wissen, Fähigkeiten oder allgemeine Charakteristika wie Alter, Erfahrungen oder Persönlichkeit müssen ebenfalls identifiziert und berücksichtigt werden (Heimlich, 2016; Seidel, 2014).

Das heißt, um gleichberechtigte Teilhabe im Unterricht durch den Einsatz von AT zu realisieren, müssen die potenziellen individuellen Lernaktivitäten im Unterrichtsprozess, die individuellen Voraussetzungen der Lernenden und die Lernumwelt, aus der die Lernenden stammen bzw. in der sie unterrichtet werden, berücksichtigt werden. Neben diesen Aspekten sind darüber hinaus noch technologiebezogene Kriterien zu berücksichtigen wie die Gestaltung und das Design der jeweiligen AT sowie deren Einsatzmöglichkeiten, die unmittelbare Zugänglichkeit oder der Kostenumfang und die Versorgungsstruktur (Okolo & Diedrich, 2014).

Im Gegensatz zu der Makroebene (Kontext des Bildungssystems) und der Mesoebene (Schulform und Schulkonzept) des ATU-Modells, die nur mittel- oder langfristig veränderbar sind, können auf der Mikroebene (Unterricht) kurzfristig Veränderungen initiiert und somit Teilhabechancen eröffnet werden. Zur Unterstützung beinhaltet das ATU-Modell auf dieser Ebene einen zirkulären Prozess, der mit der Identifikation von Bedarfen und des Status Quo initiiert und einer fortlaufenden Adaption daran durchlaufen wird. Der zirkuläre Prozess muss die Gegebenheiten der Rahmenbedingungen berücksichtigen.

## 2.2 Identifikation von Bedarfen und des Status Quo

Im ersten Schritt des zirkulären Prozesses wird der Ausgangspunkt der Schüler:innen ermittelt. Wie bei Beukelman und Mirenda (2012) wird eine systematische Identifizierung von Teilhabe- und Partizipationsbedürfnissen im Schul- und Unterrichtsalltag vorgenommen. Dabei wird einerseits ein

Vergleich in der Lerngruppe vorgenommen, andererseits werden die Lernenden (ggf. mit Unterstützung von Lehrkräften und/oder Bezugspersonen) z.B. nach Alltagsroutinen, Handlungsbedürfnissen und der Zielsetzung des Einsatzes von AT befragt (Weber, 2010).

Neben der Identifizierung von Partizipations- und Teilhabebedarfen wird zusätzlich der aktuelle Status Quo der Lernenden mit Barrieren und Potenzialen ermittelt. Dabei ist, anders als im Partizipationsmodell (Beukelman & Mirenda, 2012), eine mehrdimensionale Betrachtung und das Beschreiben von Ressourcen entscheidend.

Barrieren und Potenziale bezüglich der konkreten Unterrichtssituation umfassen einerseits fachspezifische Aspekte, andererseits fächerübergreifende. Auf der Ebene der Kinder und Jugendlichen mit ihren individuellen Bedürfnissen zählen z.B. Anstrengungsbereitschaft, Einstellungen in Bezug auf das Lernen, Motivation, Belastbarkeit, Gedächtnisleistung und Fähigkeiten zur Selbstregulation. Didaktisch-methodische Überlegungen bzgl. Barrieren und Potenziale der Unterrichtsadaption können auf der Ebene des (inklusive) Unterrichts ebenfalls allgemein und fachspezifisch betrachtet werden.

### 2.3 Planung der AT

Nach der Identifikation von Partizipations- und Teilhabebedarfen sowie Barrieren und Potenzialen kann abgeleitet werden, welche AT, personelle wie technische, wann und wie eingesetzt werden. Im nächsten Abschnitt des ATU-Modells wird darauf basierend der konkrete Einsatz im Unterricht geplant. Ziel der Planung und anschließenden Implementierung ist die Erfüllung der Partizipations- und Teilhabebedarfe (Beukelman & Mirenda, 2012).

Nach Beukelman und Mirenda (2012) sowie der Arbeitsgruppe Neue Technologien und Unterstützte Kommunikation NRW (ANUK) (2014) bietet es sich an, zunächst einfache und schnell einsetzbare AT auszuwählen. Diese sollen zunächst in wiederkehrenden, ritualisierten (Unterrichts-)Abläufen bzw. Situationen, basierend auf der vorher erstellten Planung, eingesetzt und durch ein multiprofessionelles Team begleitet werden.

Aufbauend auf den identifizierten Barrieren und Potenzialen wird entschieden, ob die AT eine Funktion des Körpers ersetzen oder unterstützen soll und welches konkrete Ziel für den Einsatz angestrebt wird. Auf Basis dessen wird eine oder auch mehrere sich ergänzende AT ausgewählt. Diese können fächerübergreifend oder für spezifische Unterrichtsfächer und -situationen sein. Zur Planung zum Einsatz im Unterricht kann auf vorhandene Planungsraster (z.B. Klafki oder duale Unterrichtsplanung) zurückgegriffen werden.

Für die individuelle Anpassung und Anwendung sowie die (technische) Verwendung und Pflege der Technologie kann gegebenenfalls eine vorherige Schulung zur AT notwendig sein. Dies kann sowohl das nutzende Kind und die Lehrkraft, aber auch Erziehungsberechtigte, Pflegende, Therapierende und weitere Personen im Umfeld des Kindes betreffen.

## 2.4 Implementierung der AT

Wenn die Planung zum Einsatz der AT abgeschlossen ist, kann anschließend für die Schüler:innen die von der Lehrkraft ausgewählte AT in den Unterricht implementiert werden. Je nach Zielsetzung kann dies fachspezifisch sein, aber auch fachübergreifend. Im letzteren Fall kann es sinnvoll sein, zunächst in einzelnen Schulstunden die AT einzuführen und dies dann von Woche zu Woche zu steigern und auf weitere Schulstunden zu erweitern. Parallel sollte weiterhin Training mit der:dem Schüler:in stattfinden und zumindest anfangs eine Lehrkraft oder eine andere pädagogische Fachkraft zur Unterstützung dabei sein.

Bei AT, die z.B. mehrere Funktionen haben wie verschiedene Bedienungshilfen in Tablets, macht es ggf. Sinn, diese nacheinander zu implementieren. Dadurch wird eine Überforderung vermieden und allen Beteiligten genug Zeit gegeben, mit der jeweiligen Funktion vertraut zu werden.

## 2.5 Evaluation

Im letzten Schritt des ATU-Modells folgt die Überprüfung des Einsatzes. Hierbei evaluiert die Lehrkraft und mögliche beteiligte Personen, ob die Ziele zum Einsatz der AT erreicht wurden. Konkret sollte die Wahl der AT und die Effektivität des Einsatzes sowie die Reduktion der zu Beginn festgestellten Barrieren und Nutzung der Potenziale überprüft werden. Letztendlich ist das Ziel die Erfüllung der Partizipations- und Teilhabebedürfnisse zu evaluieren. Wenn die Evaluation positiv ausfällt, können mögliche weitere Partizipations- und Teilhabebedürfnisse identifiziert werden. Bei negativer Bewertung sollte eruiert werden, warum bzw. an welcher Stelle des Prozesses der Einsatz von AT die Ziele nicht erfüllen konnte. Bei dem identifizierten Element sollte erneut angesetzt werden. Eine begleitende Dokumentation des Prozesses kann hierbei hilfreich sein.

### 3 Transfer des ATU-Modells auf eine Unterrichtseinheit

Ausgangspunkt für die Anwendung des ATU-Modells bildet die Identifikation der Bedarfe und Status Quo in Bezug auf eine geplante Lehr-Lern-Einheit. Um eine kategoriale Beschreibung oder gar Stigmatisierung bzw. eine Betrachtung von Einzelfällen zu vermeiden, wird im Folgenden eine flexible und individualisierbare Konzeption einer Lehr-Lern-Einheit zum Thema *Kinematik fächerübergreifend und inklusiv gestalten* aus Perspektive des Technikunterrichts beschrieben. Die Lehr-Lern-Einheit ist im Rahmen des Netzwerks *Inklusive MINT-Didaktik*<sup>2</sup> in Kooperation mit Lehrkräften und Unimitarbeitenden entstanden. Das Thema Kinematik bot sich an, weil es anschlussfähig in allen MINT-Fächern ist. Im Technikunterricht bauen die Lernenden in Einzelarbeit zuerst aus einer Sperrholzplatte ein Rennauto mit Propellerbetrieb (Abb. 2). In weiteren Einheiten können Rennautos z.B. mit unterschiedlichen Bereifungen, Motoren und alternativen Antrieben gebaut und getestet werden.

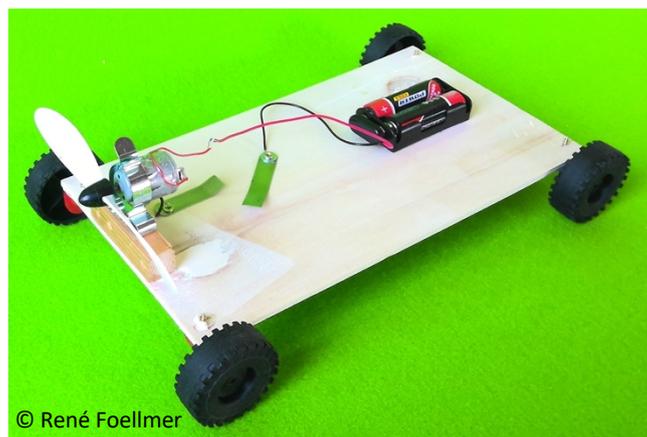


Abb. 2 Modell eines Rennautos mit Propellerantrieb

#### 3.1 Curriculare Rahmenbedingungen

Da sich der Unterricht und dessen Bildungsinhalte für alle Lernenden an den Lehrplänen der allgemeinen Schule orientiert, lässt sich die Unterrichtseinheit in das Inhaltsfeld 2 *Planung und Herstellung technischer Systeme* des Kernlehrplan der Gesamtschule einordnen, welches „mit Schwerpunkten aus den Inhaltsfeldern 3 [Bautechnik], 4 [Verkehrs- und Fahrzeugtechnik] oder 5 [Digitaltechnik] kombiniert“ (MSB NRW, 2020, S. 21) wird. Der Bau eines Rennautos mit Propellerbetrieb

<sup>2</sup> <https://zus.uni-koeln.de/das-ist-zus/competence-labs/assistive-technology-labs/netzwerk-inklusive-mint-didaktik> (Auf Anfrage senden wir gerne die Materialien zu.)

trägt laut Kernlehrplan für die Gesamtschule in NRW schwerpunktmäßig zur Förderung der folgenden Kompetenzen bei, die am Ende der Sekundarstufe I erreicht sein sollen:

- konkrete Anforderungen an ein technisches Produkt darstellen, beurteilen und priorisieren,
- Arbeitsergebnisse hinsichtlich Verarbeitung, Funktionalität und Design beurteilen,
- Funktion (elektronischer) Bauteile beschreiben,
- Aufbau und die Funktion von Schaltungen analysieren (MSB NRW, 2020, S. 21f.).

### 3.2 Thematisch resultierende Bedarfe und Status Quo

Basierend auf diesen zu erwerbenden Kompetenzen werden im nächsten Schritt des ATU-Modells die individuellen Bedarfe und Status Quo der einzelnen Lernenden ermittelt. Die Lernenden einer Klasse bringen einerseits per se unterschiedliche Vorerfahrungen sowie Potenziale in Form von Fähigkeiten und Fertigkeiten mit und andererseits ergeben sich personenimmanente Barrieren. Daher müssen für jede Person individuelle Teilhabebedarfe priorisiert identifiziert werden, die mithilfe von AT ermöglicht werden sollen. Da im Rahmen dieses Artikels nicht auf Lernende individuell eingegangen werden kann, wird im Folgenden ausschließlich auf fach- und themenspezifische sowie fachübergreifende Bedarfe und Status Quo eingegangen.

Damit alle Lernenden die Möglichkeit haben, die Kompetenzen (Kap. 3.1) zu erwerben, ist es wichtig, Barrieren und Potenziale des Lerngegenstands selbst zu identifizieren. Motorsport wie Autorennen gilt als ein beliebter Sport und ist Lernenden oftmals aus unterschiedlichen Kontexten wie Fernsehen, Spielkonsole, eigenes ferngesteuertes Auto, Kartbahn etc. bekannt. Dadurch kann ihr Interesse an dem Thema geweckt werden. Das Geschlecht kann bei diesem Thema eine Rolle spielen, z.B. wenn Stereotype in der Lerngruppe verbreitet sind, wie ‚Autoschrauben ist Männersache‘ oder ‚Frauen fahren keine Rennen‘. Darüber hinaus kann die kompetitive Komponente eine Barriere oder ein Potenzial darstellen, da sie affektive Reaktionen hervorruft, was wiederum Einfluss auf das Interesse der Lernenden an dem Thema haben kann. Einigen Lernenden ist ggf. nicht klar, welche Bauteile wie ineinandergreifen und durch welche Parameter ein Auto schneller gemacht werden kann, sodass dies Einfluss auf die Konstruktion bzw. Adaption der Autos hat. Andererseits bietet dies auch Potenzial für Forschungsfragen der Lernenden zu unterschiedlichen Aspekten und auf verschiedenen Niveaus, wie z.B. *„Was braucht ein Auto, um zu fahren?“* bzw. *„Welchen Effekt hat die Veränderung eines oder mehrere Parameter auf die Geschwindigkeit?“*. Darüber hinaus können die Lernenden u.a. auch deswegen selbstgebaute motorisierte Autos unterschiedlich spannend finden, weil sie z.B. selbst ein

ferngesteuertes Auto besitzen oder sogar schon mal ein solches oder eine Seifenkiste gebaut haben. Beim Bauen der Autos selbst muss gewährleistet sein, dass alle Lernenden die Sicherheitsregeln am Technikunterricht kennen und befolgen sowie die verschiedenen Werkzeuge funktionsgerecht bedienen können.

Einzelne Lernende können unabhängig von Diversitätsdimensionen, wie z.B. Geschlecht, Alter oder diagnostizierter Förderbedarf (Krell, Riedmüller, Sieben & Vinz, 2007), in bestimmten Bereichen spezifische Bildungs-, Beratungs- und Unterstützungsbedarfe haben. Deshalb stellen Lern- und Bildungsziele ggf. eine Herausforderung dar, weil sie überfordern und sich auf eine gleichberechtigte Teilhabe auswirken können. Durch den Einsatz von AT ergeben sich nicht nur Möglichkeiten für ein gemeinsames Lernsetting, sondern auch Entwicklungschancen für alle Lernenden. Bezogen auf die Lehr-Lern-Einheit *Kinematik fächerübergreifend und inklusiv gestalten* zählen dazu z.B. im Bereich:

- Kognition *Urteilsbildung und Bewertung* oder *vorstellendes Denken*, welche durch Simulationen, Animationen, Fotos, etc. unterstützt werden können.
- Körperliche und motorische Entwicklung *Feinmotorik u.a. der Hände* oder *Bewegungskoordination* und *Bewegungsfähigkeit* können durch No-Tech in Form von Assistenten gefördert bzw. ermöglicht werden.
- Lern- und Arbeitsverhalten *Selbstständigkeit und Eigeninitiative* sowie *Handlungsorientierung, -ausführung, -planung, -kontrolle*, was z.B. durch multimodale, individualisierte, d.h. auf die Lernvoraussetzungen abgestimmte Arbeitsanweisungen oder durch spezifische Geräte wie Braillezeilen sowie Sägeführungen, unterstützt wird.
- Entwicklung des sprachlichen und kommunikativen Handelns neben *situationsangemessene Sprachfähig- und Ausdrucksfähigkeit* u.a. auch *Wortschatzentwicklung und -erweiterung* mithilfe eines adaptiven digitalen Glossars oder Wörterbuchs (Flott-Tönjes et al., 2019).

### 3.3 Planung und möglicher Einsatz der AT

Die Auswahl und der Einsatz von AT muss basierend auf den oben genannten Barrieren und Potenzialen sowie in Abstimmung mit individuellen Bildungs-, Beratungs- und Unterstützungsbedarfen sowie ggf. Förderplänen erfolgen. Wenn Alltagstechnologien als AT eingesetzt werden, sind i.d.R. die Kosten und die Zeit für Vorbereitungen z.B. in Form von Modifikationen sowie ggf. nötige Schulungen geringer (Fisseler, 2020, S. 14). Außerdem werden die Lernenden weniger stigmatisiert, insbesondere wenn die Lehr-Lern-Einheiten schon so gestaltet werden, dass AT impliziert sind und Lernende flexibel darauf zurückgreifen können. In Tabelle 2 sind beispielhaft die AT aufgeführt und kategorisiert, die bei der Lehr-

Lern-Einheit zum Thema *Kinematik fächerübergreifend und inklusiv gestalten* eingesetzt werden können. High-End-Tech AT werden in der Tabelle nicht mit aufgeführt, da die AT in dieser Kategorie nicht für jeden Unterricht flächendeckend, sondern nur in Pilotprojekten, eingesetzt werden können.

Tab 2: Übersicht über AT in der Lehr-Lern-Einheit *Kinematik fächerübergreifend und inklusiv gestalten*

	No-Tech	Low-Tech	Mid-Tech	High-Tech
Schriftliche Bauanleitung	Inklusionsbegleitung Schreibassistenz Dolmetscher:in	Fotos Layout (u.a. Schriftart/ -größe, Laufweite) Leichte Sprache Mesopunkte in Komposita Piktogramme, Symbole und Bilder	Vorlesefunktion Video- /Audioanleitungen	Digitales Endgerät (z.B. Tablet mit systemintegrierten Bedienungshilfen/ Computer)
Autobau – praktische Tätigkeit	Inklusionsbegleitung	Doppelseitiges Klebeband Ausrichtung entlang der Kanten Führungslöcher Großer Radabstand Leicht zu bearbeitende Materialien	Batterieclip Akku-Schrauber Power-Link	

Eine Barriere für Teilhabe am Technikunterricht stellen z.B. die oft sehr textlastig gestalteten Arbeitsanweisungen bzw. Bauanleitungen dar. Lese- und/oder Sprachkompetenzen sind jedoch keine erforderlichen Bedingungen, um ein Rennauto zu bauen. Daher müssen Lernende (be)fähig(t) sein, Texte wie Arbeitsanweisungen sinnentnehmend selbst zu erschließen. Dies ist beispielsweise mithilfe von AT möglich. Zum Repertoire der Schrift- und Sprachgestaltung gehören u.a. AT wie Schriftart, Schriftgröße, Laufweite, Abstand zwischen einzelnen Buchstaben und Wörtern, leichte Sprache, Mesopunkte in Komposita (Propeller•Auto) und textunterstützende Maßnahmen wie Vorlesefunktionen, Piktogramme, Symbole, Bilder und (Audio-)Erklärungen.

In der exemplarischen Bauanleitung (Abb. 3) sind die Sätze i.d.R. Hauptsätze ohne Einschübe, die sich auf eine Zeile beschränken. Zur besseren Orientierung ist die Anleitung in Schritte gegliedert, die sich sowohl optisch untereinander unterscheiden als auch von den Handlungsanweisungen absetzen. Als

zusätzliche Orientierung sind vor den einzelnen Anweisungen Aufzählungszeichen eingefügt und die Hinweise in grau gehalten. Die Schrift ist eine serifenlose, die für viele Lernende sinnentnehmend lesbar ist und von Sehbehindertenverbänden häufig empfohlen wird. Die Schriftart *Verdana* weist bei einigen Buchstaben eine bessere Erkennbarkeit im Vergleich zu z.B. Arial auf (z.B. **I** vs. **l**), sodass keine Verwechslungsgefahr mit dem kleinen **L** besteht. Wenn das übliche gedruckte **a** nicht geläufig ist, können Schriftarten mit handschriftengetreuen Buchstaben eine AT darstellen und die Bauanleitung entsprechend angepasst werden.

**Schritt 2: Räder befestigen:**

- Schiebe die Achsen (l = 150 mm) durch die Winkel-Ösen.
- Stecke jeweils die zwei Räder auf.
- Die Achse sollte sich sehr leicht drehen lassen.

Achtung: Die Räder dürfen nicht zu viel Spiel haben.




---

**Schritt 3: Motorhalter und Propeller montieren:**

- Befestige einen Holzklötz mit doppelseitigem Klebeband oben auf dem Brett.  
Der Holzklötz dient als Erhöhung, damit die Luftschraube frei drehen kann
- Der Holzklötz soll möglichst genau entlang der Kante befestigt sein.
- So kann die Luftschraube über das Brett hinausragen und sich drehen.
- Schraube den Motor-Halter auf den Klotz.
  - Klemme den Motor in den Motor-Halter ein.
  - Schiene Propeller auf die Motor-Welle.

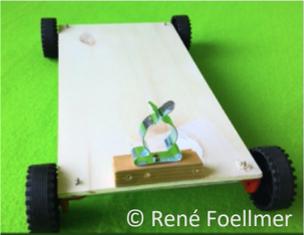



Abb. 3: Auszug aus der Bauanleitung für ein Propeller-Auto

Der Wissens- und Erinnerungsgewinn aus Texten ist bei einer Kombination von Text und optischen Maßnahmen höher, unabhängig von den Voraussetzungen der Lernenden (Weidemann, 1998). Dabei muss besonders auf die Kontiguität geachtet werden, d.h. Texte und optische Maßnahmen zeitlich und räumlich parallel anzubieten. Insbesondere die Verwendung von Fotos eignet sich als AT, da deren Dekodierung weniger Kapazität des Arbeitsgedächtnis benötigt als z.B. Symbole oder Piktogramme (Scholz et al., 2016). Fotos sind keine Redundanz der Arbeitsanweisung, sondern können einfacher Hinweise liefern, z.B. wie genau der Holzklötz auf dem Brett befestigt werden soll, ohne dies langatmig zu beschreiben. Eine andere Methode, die sich bewährt hat, sind Videoanleitungen. Bei dieser Methode werden die Handlungen (in Teilsequenzen) dargestellt, welche die Lernenden z.B. nachahmen und in

den Unterricht transferieren sollen. Diese AT lässt sich bei digital vorliegenden Bauanleitungen direkt integrieren oder verlinken bzw. auf ausgedruckten Anleitungen über QR-Codes abrufen. Gerade mithilfe von Digitalisierung lässt sich die Bauanleitung noch barriereärmer gestalten, da sich mehr AT integrieren lassen und diese flexibler an die Bedürfnisse angepasst werden können. So können z.B. die Schriftart und -größe sowie Kontraste und Farbgebung nach Bedarf verändert werden. Entweder bevor die Bauanleitung ausgedruckt wird oder, falls sie elektronisch vorliegt, auch im Unterricht von den Lernenden selbst an einem digitalen Endgerät. Der Text kann im Vorhinein eingesprochen und z.B. mit einem Vorlesestift oder in digitaler Form auch durch Screen-Reader des Endgeräts vorgelesen werden. Zur Unterstützung können neben Fotos und Videos u.a. auch Wörterbücher, Übersetzungen, Glossare oder Nachschlagewerke eingefügt bzw. automatisch verknüpft werden.

Neben den oft sehr textlastig gestalteten Arbeitsanweisungen bzw. Bauanleitungen kann auch das Autobauen selbst für einige Lernende Barrieren darstellen. Damit die Konstruktion des Autos möglichst zugänglich für alle Lernenden ist, bieten sich Holzplatten als Basis an. Pappelsperholz eignet sich z.B. sehr gut, da es preiswert ist. Außerdem ist es weich, sodass es sich einfach bearbeiten lässt und sich somit die Räder, der Motor und die Energiequelle leicht befestigen lassen. Die Holzplatten sollten dick genug sein, damit Schrauben nicht auf der anderen Seite durchkommen. Es bietet sich an, diese zuzuschneiden bzw. zuschneiden zu lassen, entsprechend den Achsenabständen und um Autos mit großen Radabständen zu konstruieren. Große Radabstände führen meist zu einem guten Geradeausfahren, genauso wie eine korrekte Achsenausrichtung. Zur Unterstützung der Lernenden bieten sich Winkel an, die als Führung für die Achsen an die kurzen Kanten des Bretts geschraubt werden. Die Ausrichtung der Winkel exakt entlang der Kanten hilft, dass diese in einer Flucht stehen. Auch beim Befestigen des Holzklotzes und des Motors unterstützen die Kanten bei der richtigen Konstruktion (Abb. 3). Wenn sowohl die Winkel als auch der Holzklotz vor dem Anschrauben mit doppelseitigem Klebeband aufgeklebt werden, werden diese dadurch fixiert, sodass die Lernenden diese während des Anschraubens nicht selbst in der richtigen Position halten müssen. Dies ist insbesondere für Lernende hilfreich, die z.B. handwerklich (noch) sehr unerfahren, motorisch beeinträchtigt, in der Auge-Hand-Koordination eingeschränkt sind oder eine geringe Frustrationstoleranz besitzen. Als weitere Unterstützung bieten sich kleine Führungslöcher an, die z.B. mit dünnen Schraubenziehern oder Dosenlochern in die Mitte der Schenkelöse der Winkel gestoßen werden. Falls das Befestigen mit einem Schraubenzieher selbst eine Barriere darstellen sollte, kann auch ein Akkuschrauber verwendet werden. Dieser lässt sich z.B. mit einem Power-Link kombinieren, sodass motorisch stark eingeschränkte Lernende den Akkuschrauber durch Drücken großer Tasten an- und ausschalten können. Ein Batterieclip am Halter für Mignonzellen (AA) verhindert Wackelkontakte, die

ggf. für Resignation bei Lernenden sorgen können und erleichtert den Austausch von Batteriehaltern, um die Anzahl an Mignonzellen zu variieren. Gleichzeitig besteht aber durch den Verzicht auf den Batterieclip Lernchancen für Leistungsstärkere. Da einige Lernende ggf. auch auf Vorerfahrungen zurückgreifen können bzw. unterschiedliche Kompetenzen innerhalb einer Gruppe vorhanden sind, können sich einige ggf. erschließen, warum Autos sich fortbewegen und welche Faktoren die Geschwindigkeit beeinflussen (Reibung, Energieumwandlung, Schwerpunkt im Auto, Form, Untergrund, etc.). Für diese Lernenden bietet sich z.B. die Möglichkeit zu tüfteln an, wie man die Geschwindigkeit eines Autos erhöhen könnte.

Auch für leistungsschwächere Lernende bieten sich vielfältige Zugänge. So können diese z.B. erste, stark vereinfachte Messungen durchführen, und untersuchen, wie viel Zeit ein Auto für eine bestimmte Strecke mit 1, 2 oder 3 Mignonzellen oder mit unterschiedlichen Bereifungen benötigt und so Rückschlüsse auf Materialeigenschaften bzw. naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten ziehen sowie Bauelemente beurteilen. Alternativ können Aspekte wie Radabstände, Größe der Rotorblätter oder Anzahl der Batterien auch handelnd erkundet werden, ohne (halb)quantitativ Aussagen abzuleiten. Auf der basal-perzeptiven Ebene können Lernende die Bewegung der Reifen und des Propellers hören, sehen und fühlen.

#### 4 Fazit

Damit AT in Lehr-Lern-Einheiten verstärkt integriert werden, benötigt es einerseits Wissen über AT, um adäquate auszuwählen und bedarfsgerecht einzusetzen und andererseits Praxisbeispiele, wie AT mit Lern- und Bildungszielen sowie den Bedürfnissen und Voraussetzungen der Lernenden verknüpft werden können. Daher sollten diese Aspekte Teil der Lehrkräfteaus-, -fort- und -weiterbildung sein. Somit ist es wichtig, schon Studierende mit dem Thema vertraut zu machen, damit diese es von Anfang an in ihren Praxisphasen und im Referendariat bei der Unterrichtsplanung und -gestaltung einsetzen können. Durch das ATU-Modell haben Lehrkräfte eine Orientierungsgrundlage für den Prozess, AT im Unterricht einzubinden. In der Praxis muss dabei jede:r Schüler:in individuell betrachtet und auf den individuellen Bedarfen basierend, passende AT ausgewählt werden. Dafür eignen sich insbesondere auch kostengünstigere Alltagsgegenstände, die umgebaut und/oder umfunktioniert werden, wie es exemplarisch für die Lehr-Lern-Einheit *Kinematik fächerübergreifend und inklusiv gestalten* aufgezeigt wurde. Auch der letzte Schritt, ob das konkrete Ziel der Teilhabe am Unterricht erfüllt wurde, ist individuell für jede:r Schüler:in zu evaluieren.

Da diese Denk- und Herangehensweise voraussichtlich für viele neu ist, plant das Netzwerk *Inklusive MINT-Didaktik* sowohl für Kolleg:innen aus der Wissenschaft als auch Kolleg:innen aus dem Schuldienst eine Workshop-Tagung für (angehende) Lehrkräfte zum Thema *Kinematik fächerübergreifend und inklusiv gestalten*. Auf der Tagung wird aus den jeweiligen MINT-Fachdisziplinen (Mathematik - Informatik - Naturwissenschaften - Technik) aufgezeigt, wie das Thema mithilfe des Einsatzes von AT für den inklusiven Kontext aufbereitet werden kann. Ziel ist, dass die theoretischen Inputs und die konkreten praktischen Umsetzungsanregungen direkt in die eigene Unterrichtsplanung eingebunden werden können. Dies soll wissenschaftlich evaluiert werden, um die Praktikabilität des ATU-Modells und die Unterrichtsplanungs- sowie Gestaltungskompetenzen in Bezug auf den Einsatz von AT zu untersuchen. Die Erkenntnisse und Erfahrungen sollen dann wiederum helfen, das ATU-Modell weiterzuentwickeln.

## Danksagung

Die Autor:innen bedanken sich herzlich bei allen beteiligten Personen des Netzwerks Inklusive MINT-Didaktik, die an der Entwicklung der Lehr-Lerneinheit Kinematik fächerübergreifend und inklusiv gestalten mitgewirkt haben. Zudem wird Dr. René Foellmer gedankt, dass die Fotos in den Abbildungen 2 und 3 verwendet werden dürfen.

## Hinweis

Das Netzwerk Inklusive MINT-Didaktik ist Teil des Vorhabens „Zukunftsstrategie Lehrer\*innenbildung (ZuS)“. Es wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 01JA1815 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor:innen.

## 5 Literaturverzeichnis

ANUK- Landesweite Arbeitsgruppe Neue Technologien und Unterstützte Kommunikation im Auftrag des Ministeriums für Schule und Weiterbildung NRW (2014): Wir lernen zusammen Professionelle Förderung mit Unterstützter Kommunikation (UK) und Assistiver Technologie (AT). *Sonderpädagogische Förderung in NRW 1*, S. 24-35.

Beukelman, D. R & Mirenda, P. (2012) *Augmentative & Alternative Communication. Supporting Children and Adults with Complex Communication Needs*. (5. Aufl.). Brookes Pub.

Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development. Experiments by nature and design*. Harvard University Press.

Brütt, A.L., Buschmann-Steinhage, R., Kirschning, S. & Wegscheider, K. (2016): Teilhabeforschung. Bedeutung, Konzepte, Zielsetzung und Methoden. In: *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz*, 59. 9, S. 1068-1074.

Bühler, C. (2017). Barrierefreiheit und Assistive Technologie als Voraussetzung und Hilfe zur Inklusion. In: T. Bernasconi & U. Böing (Hrsg.), *Schwere Behinderung & Inklusion Facetten einer nicht ausgrenzenden Pädagogik* (S. 155-169). Wbv.

CAST – Center for Applied Special Technology (2018): *Universal Design for Learning Guidelines*, Version 2.2. <https://udlguidelines.org> [01.08.2022]

Christ, K. (2020). Schulische Teilhabe durch assistive Technologien. In: A. Schumacher & E. Adelt (Hrsg.), *Lern- und Entwicklungsplanung in der Praxis. Lernprozesse begleiten und individuell gestalten* (S. 153-156). Wbv.

DIN (Hrsg.). (2017). *DIN EN ISO 9999:2017-03, Hilfsmittel für Menschen mit Behinderungen - Klassifikation und Terminologie (ISO\_9999:2016); Deutsche Fassung EN\_ISO\_9999:2016*. Beuth. <https://doi.org/10.31030/2484284>

DVfR - Deutsche Vereinigung für Rehabilitation (2010): Lösungsoptionen der Deutschen Vereinigung für Rehabilitation zur Überwindung von Problemen bei der Versorgung mit Hilfsmitteln. In: *Die Rehabilitation. Zeitschrift für Praxis und Forschung in der Rehabilitation* 49, S. 5-36.

Fisseler, B. (2012): Assistive und Unterstützende Technologien in Förderschule und inklusivem Unterricht. In: I. Bosse (Hrsg.): *Medienbildung im Zeitalter der Inklusion*. LEM Dokumentation, Band 45, S. 87-91.

Fisseler, B. (2020): Inklusiv Digitalisierung, Universal Design for Learning und assistive Technologien. In: *Sonderpädagogische Förderung heute* 65, S. 9-20.

Flott-Tönjes, U., Albers, S., Ludwig, M., Schumacher, H., Storcks-Kemming, B., Thamm, J. & Witt, H. (2019). *Fördern planen. Ein sonderpädagogisches Planungs- und Beratungskonzept für Förderschulen und Schulen des Gemeinsamen Lernens*. Athena Verlag.

Heimlich, U. (2003). *Integrative Pädagogik. Eine Einführung*. Kohlhammer.

Heimlich, U. (2016). *Pädagogik bei Lernschwierigkeiten: Sonderpädagogische Förderung im Förderschwerpunkt Lernen* (2., aktual. Aufl.). Verlag Julius Klinkhardt.

Krell, G., Riedmüller, B., Sieben, B. & Vinz, D. (2007). Einleitung – Diversity Studies als integrierende Forschungsrichtung. In G. Krell, B. Riedmüller, B. Sieben & D. Vinz (Hrsg.), *Diversity Studies. Grundlagen und disziplinäre Ansätze* (S. 7-16). Campus.

Krstoski, I. (2022). Lernen durch Assistive Technologien. In L. Schulz, I. Krstoski, M. Lüneberger & D. Wichmann (Hrsg.), *Diklusive Lernwelten. Zeitgemäßes Lernen für alle Schüler:innen* (S. 44-53). Visual Ink.

Marsters, A. E. (2011). *An Exploratory Study of the Assistive Technology Knowledge, Skills and Needs Among Special Education Teachers and Related Service Personnel*. Dissertation University of Maryland.

MSB NRW (2020). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gesamtschule/Sekundarschule in Nordrhein-Westfalen. Technik*. [https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/241/gesk\\_tc\\_klp\\_3124\\_2020\\_07\\_01.pdf](https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/241/gesk_tc_klp_3124_2020_07_01.pdf) [28.03.2022]

Okolo, C. M. & Diedrich, J. (2014). Twenty-Five Years Later: How is Technology Used in the Education of Students with Disabilities? Results of a Statewide Study. In: *Journal of Special Education Technology* 29(1), <https://www.learntechlib.org/p/130509/m> [15.07.2021]

Scholz, M., Dönges, C., Dechant, C. & Endres, A. (2016). Theoretische und konzeptionelle Überlegungen zur Vermeidung von Lesebarrieren bei naturwissenschaftlichen Schülerexperimenten. In: *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 67(10), S. 454-464.

Seidel, T. (2014) Angebots-Nutzungs-Modelle in der Unterrichtspsychologie. Integration von Struktur- und Prozessparadigma. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 60 (6), S. 850-866.

Thiele, A. (2016) Assistive Technologien für Menschen mit einer körperlich-motorischen Beeinträchtigung Interdisziplinäre Handlungsfelder und Eckpfeiler einer Qualifikation von Pädagog/innen mit einem sonderpädagogischen Profil. In: *Vierteljahresschrift für Heilpädagogik und ihre Nachbargebiete* 85, S. 307-322.

Weber, B. (2010): Assessment: COMP Individuelle und relevante Ziele formulieren. In: *Ergopräg* 4, S. 2-29.

Weidemann, B. (1998). Psychologische Ansätze zur Optimierung des Wissenserwerbs mit Bildern. In: K. Sachs-Hombach & K. Rehkämper (Hrsg.), *Bild – Bildwahrnehmung – Bildverarbeitung. Interdisziplinäre Beiträge zur Biowissenschaft*. (S. 243-253). Deutscher Universitätsverlag.