



# Entwicklung von Unterrichtsmaterial zum Uhrenlernen und erste Evaluation im Multiple Baseline Design

Lena J. Prenneis<sup>a</sup>, Timo Lücke<sup>b</sup>

ORCID: <sup>a</sup> 0000-0001-8470-8118; <sup>b</sup> 0000-0002-2603-7341 · <sup>a,b</sup> Karl-Franzens-Universität Graz  
timo.lueke@uni-graz.at · <https://doi.org/10.17883/pa-ho-2023-01-05>

EINGEREICHT 3 APR 2023

ÜBERARBEITET 26 MAI 2023

ANGENOMMEN 30 MAI 2023

Das Lesen der Uhr und ein fortgeschrittenes Zeitverständnis sind einerseits Kompetenzen, die höchst relevant für die spätere gesellschaftliche Partizipation sind, andererseits stellen sie für viele Lernende eine große Herausforderung dar. Auch aus der Sicht von Lehrkräften besteht hier ein großer Bedarf an didaktischen Konzepten und Materialien zur Erarbeitung dieses Lernbereiches in inklusiven Lernsettings. Im Rahmen des Projekts wurden Unterrichtsmaterialien für das Lernen im Lernbereich Zeit entwickelt. Diese Materialien wurden anschließend hinsichtlich ihrer Effektivität und Einsetzbarkeit im Rahmen eines Multiple Baseline Designs erprobt. An der Evaluationsstudie beteiligten sich fünf Mädchen und eine erwachsene Frau. Für die Messung des Lernfortschritts wurden 60 Testaufgaben entwickelt. Bei allen Teilnehmenden zeigen sich Verbesserungen, wobei die Effektstärken variieren. Insgesamt führte die Förderung mit den entwickelten Materialien zu einer Verbesserung der Kompetenzen im Uhrlesen und der Zeitwahrnehmung. Durch die Modularisierung ist das Material beliebig einsetzbar und auch für unterschiedliche Lernniveaus geeignet. Das gesamte Lernmaterial wird unter offener Lizenz als Open Educational Resource verfügbar gemacht.

SCHLÜSSELWÖRTER: Single Case Research Design, Multiple Baseline, Uhrenlernen, Uhrzeit, Open Educational Resources

## 1. Einleitung

„Wir treffen uns in einer Stunde!“, „Um 8 Uhr musst du in der Firma sein.“ Ein gutes Zeitverständnis und das Ablesen von Uhren gehören heute zu den Grundanforderungen an Erwachsene und Jugendliche. Sie sind unverzichtbar für die Partizipation in vielen Lebensbereichen. Entsprechende Kompetenzen werden implizit häufig einfach vorausgesetzt. Viele Lernende, vor allem solche mit Beeinträchtigungen, erleben dabei aber einige Schwierigkeiten, denn es sind umfangreiche Entwicklungsschritte notwendig, um ein Zeitverständnis aufbauen zu können. Durch gezielte Förderung können die daraus resultierenden Barrieren abgebaut und die Chancen auf gesellschaftliche Teilhabe für Menschen mit Beeinträchtigung erhöht

werden (Lehrplan für allgemeine Sonderschule, 2008). Das Ablesen von Uhren und das generelle Erlernen eines ausgeprägten Zeitverständnisses ist aber nicht nur eine gesellschaftlich relevante Kompetenz (u. a. BMBWF, 2023a; Lehrplan der allgemeinen Sonderschule), sondern auch im schulischen Erfahrungsraum selbst relevant. Lernzeiten, Unterrichtszeiten, Essenszeiten und Pausenzeiten wechseln sich ab. Die Liste an strukturierten Zeitabschnitten im Laufe eines Schultages ist lang. Zeitliche Strukturen begleiten die Schülerinnen und Schüler ab ihrem ersten Schultag (Schorch, 2014).

Das Erlernen der Uhr beziehungsweise das vollständige Erfassen des Größenbereichs *Zeit* ist ein sehr komplexes Unterfangen. Zuerst müssen die Begrifflichkeiten *Zeitpunkt* und *Zeitspanne* erarbeitet werden: Während der Wert des Zeitpunktes auf einem Messgerät (Uhr) punktuell abgelesen werden kann, liegt die Zeitspanne zwischen zwei gemessenen Zeiten („Wie viel Zeit ist vergangen?“; Franke & Ruwisch, 2010). Auch für den Unterricht ist diese Dualität wichtig: Um die Einheiten erlebbar zu machen, müssen Zeitpunkte und Zeitspannen unmittelbar von den Lernenden erlebt werden (Bräunling & Reuter, 2018). Die Verschriftlichung stellt dabei noch eine zusätzliche Herausforderung dar, da es für Uhrzeiten und Zeitspannen unterschiedliche Schreibweisen gibt (Franke & Ruwisch, 2010). Schwierigkeiten bereiten auch die Maßeinheiten der Größe *Zeit*. Bei den Größen *Länge* oder *Gewicht* ist das Einheitssystem dekadisch aufgebaut; bei der *Zeit* stoßen die Lernenden aber auf ein vielschichtiges Regelsystem: Sie erlernen die Anzahl der Tage, die je nach Monat unterschiedlich ist (28-31 Tage), die Anzahl der Tage eines Jahres, die sich nicht dekadisch erschließen lässt (365 oder 366 Tage), die Strukturierung in Wochen (52 Wochen pro Jahr) bzw. die Aufteilung der Tage in Wochen (7 Tage), die Stunden eines Tages (24) gegenüber den Minuten einer Stunde und den Sekunden einer Minute (60). Vor allem für Zeitspannen- und spätere Umwandlungsberechnungen ist dieses *nicht-dekadische System* sehr komplex. Dass die Größe *Zeit* nicht nur mit einem Messgerät gemessen werden kann, sondern mit unterschiedlichen Geräten je nach Auflösungsgrad, stellt eine zusätzliche Anforderung dar (Franke & Ruwisch, 2010).

Verfügen die Lernenden über die Grundlagen der Zeitwahrnehmung, können erste Schritte in Richtung Uhrenlesen getätigt werden. Den Schülerinnen und Schülern das komplexe System Uhr zu vermitteln, kann in vielen Fällen eine anspruchsvolle Aufgabe für Lehrpersonen sein. Entlang den Vorgaben der Lehrpläne entstanden deshalb Konzepte und Ideen, wie das Lernen anregender und sinnvoller gestaltet werden kann. Den Lernenden muss durch entsprechende Vorbereitung und passendes Material die Möglichkeit gegeben werden, sich auf den Themenbereich einzulassen und sich wichtige Lerninhalte anzueignen. Aktuell verfügbare Materialien, beispielsweise aus Schulbüchern für die allgemeine Sonderschule, legen ihren Fokus primär auf das Erlesen der analogen Uhr und weniger auf das Zeitverstehen. Um ein Bewusstsein der Größe *Zeit* aufzubauen,

bedarf es aber vielmehr umfassender Erfahrungen und Einsichten (Bräunling & Reuter, 2018). Um Aktivität und Selbststeuerung zu fokussieren, sind Lernmaterialien über das Schulbuch hinaus sinnvoll. Zusätzliche Unterlagen sind für Lehrkräfte aber meist mit finanziellem Mehraufwand verbunden. Weiterhin stellt sich die Frage, welche Materialien am besten geeignet sind. Burny (2010) argumentiert, dass es „keine evidenzbasierte Technik im Lehren von zeitbezogenen Kompetenzen“ gibt. Um diese Lücke zu schließen, arbeiten daher die meisten Lehrpersonen nach ihren eigenen Erfahrungen und Glaubenssätzen (Burny, 2010). In diesem Projekt soll versucht werden, diese Lücke zu schließen und umfassendes, offen und frei verfügbares sowie den Anforderungen einer breiten Zielgruppe genügendes Lehrmaterial zur Verfügung zu stellen. Dieses soll dann im Rahmen eines *Multiple Baseline Designs* evaluiert werden, um die grundsätzliche Wirksamkeit bewerten zu können.

## 2. Didaktische Grundlagen

Um unsere Materialien grundsätzlich anschlussfähig für inklusive Lernsettings und unterschiedlichste Zielgruppen zu gestalten, haben wir uns bei der Planung und Erstellung der Reihe an folgenden Rahmenmodellen orientiert.

### Universal Design for Learning

Das *Universal Design for Learning* (UDL; Meyer et al., 2014) hat das Erreichen einer Differenzierung zum Ziel, die ihren Ursprung bei den Lernenden hat. Es ist eng verknüpft mit dem Gedanken der Barrierefreiheit: Die Lernenden können durch eine Umgebung, die für ihre Lernbedürfnisse passend (barrierefrei) ist, individuelle Lernwege beschreiten (Meyer et al., 2014). Damit unterscheidet sich das UDL von anderen Konzepten, bei denen die Differenzierung stark an die lehrende Person gebunden wird. Das Schaffen und Entwickeln eines geeigneten Lernsettings und die Unterstützung und Förderung der Schülerinnen und Schüler ist beim UDL essentiell (Schnepel, 2019). Grundlage des UDL war das Universal Design, welches von Mace, Story und Mueller (1998) konzipiert wurde und auf Produkte und Alltagsgegenstände angewandt wird. Sowohl einfache, kleine Gegenstände wie Besteck oder Schreibgeräte, aber auch komplexere Dinge wie die Gestaltung von Gebäuden können nach den Prinzipien des Universal Design konzipiert werden. Die entsprechend universell zugängliche Gestaltung von Bildungsprozessen und Unterricht ist im UDL realisiert (Biewer, 2022). Für die Erstellung des Lernmaterials zum Uhrlernen waren die Grundideen des UDL, vor allem die Bereitstellung eines geeigneten Lernsettings und das Ermöglichen von Teilhabe, essenzielle Grundlagen. Schnepel (2019) weist zurecht darauf hin, dass das Konzept aber wenig konkrete fachdidaktische Hinweise oder Erläuterungen liefert. Sie weist auch auf

die fehlende empirische Evidenz für dessen Wirksamkeit hin. Obwohl durchaus Hinweise auf die Wirksamkeit vorliegen (Al-Azawei, 2016; Capp, 2017), halten wir diese Einschätzung für nachvollziehbar, da die vorliegenden Studien mit Vorsicht zu interpretieren sind. Insgesamt fehlen hier noch hochwertige und belastbare Studien (siehe auch Schnepel, 2019). In Europa ist das Konzept zwar grundsätzlich bekannt, insgesamt finden sich hier aber bis auf wenige Ausnahmen (Biewer, 2022; Galkiené, 2021) keine Studien zur Umsetzung und Evaluation von UDL an Schulen. Neben den allgemeinen didaktischen Leitlinien im inklusiven Setting und dem *Universal Design for Learning* sind fachliche und fachdidaktische Besonderheiten zu berücksichtigen.

„Relevant für den Unterricht erscheint es (...), dass Grundschul Kinder sehr unterschiedliche Zugangs- und Deutungsweisen zeigen, mit denen die Lehrkraft umgehen muss. Es stellt sich die Frage, wie die Lehrkraft es schaffen kann, unterschiedliche Vorgehensweisen zu einer Aktivität konstruktiv zusammenzuführen.“  
(Walter & Dexel, 2020, S. 68)

Es liegt also laut Walter und Dexel an der Lehrkraft, dass mathematisches Lernen in einer heterogenen Lernumgebung fruchtbar möglich ist. Auch Brunner (2019) beschäftigte sich mit der Frage, wie ein erhöhter Förderbedarf in Mathematik die Gestaltung des Unterrichts beeinflusst: Besonders wichtig sind das frühzeitige Erkennen, die zügige Förderung und das Bearbeiten von auftretenden schwierigen Situationen. Guter Mathematikunterricht kann präventiv wirken und günstige Lernvoraussetzungen für weitere Vertiefungen schaffen. Insbesondere für Kinder mit erhöhtem Förderbedarf ist die natürliche Differenzierung des Unterrichts und der Lernmaterialien gewinnbringend (Brunner, 2019). Aufgaben, die natürlich differenziert gestellt werden, ermöglichen verschiedene Lösungsmöglichkeiten und regen zur Kommunikation an. Dabei bearbeiten alle Lernenden die gleichen Aufgaben. Diese sind aber hinsichtlich ihrer Fragestellungen differenziert. Durch die selbstständige Erarbeitung der Anforderungen mit diversen Lösungsansätzen und unterschiedlichen Hilfsmitteln werden die Aufgaben für alle Schülerinnen und Schüler bearbeitbar (Krauthausen & Scherer, 2007). Auch die Aufgaben und Lernmaterialien in diesem Projekt sind selbständig bearbeitbar und können von Menschen mit unterschiedlichsten Vorerfahrungen und Kompetenzen eingesetzt werden.

Darüber hinaus wurde versucht, einen thematisch motivierenden Rahmen, in dem die Lernenden zum Mitmachen angeregt werden, zu bereiten. In einer Reise durch die Zeit können Abenteuer erlebt werden und dabei spielerisch zentrale Inhalte zum Uhr- und Zeitlernen erfahren und gefestigt werden. Das Erlernen von Zeitintervallen und der Dauer von Tätigkeiten wird im Lernmaterial in Form von Legespielen gefestigt. In dieser Art von Übungen findet auch die ebenfalls berücksichtigte *Yes, we can!*-Methode (Wieser, 2020) Verwendung.

### “Yes, we can!”-Methode

Die *Yes, we can!*-Methode stammt aus dem Down-Syndrom-Zentrum Leoben/Hinterberg. Das Einbeziehen des Lebensumfeldes der Lernenden ist ein wichtiger Teilaspekt dieser Methode. Auch beim Uhrlernen ist dieser Bezug entscheidend. Vor allem im Tagesablauf, bei Zeitspannen oder bei der Bildung von Reihenfolgen wird mit Fotos gelernt. Aktuelle Schnappschüsse aus der Routine der Schülerinnen und Schüler werden als Lern- und Legekärtchen verwendet (Wieser, 2020). Mit der Hinführung zum Uhrlesen auf analogen Zifferblättern starten die Lernenden während der Bearbeitung einer Stundenuhr. Wie bei einer Parkuhr können mit einem statt zwei Zeigern die vollen Stunden, halben Stunden und Viertelstunden eingestellt werden. So soll der Blick auf den Stundenzeiger geschärft werden, bevor der Minutenzeiger zusätzlich Irritationen verursachen könnte. Nachhaltige Lernprozesse sind auch das Ziel von kompetenzorientiertem Unterricht.

Kompetenzorientierte Lernsettings sollen Lernenden ermöglichen, Aufgaben und Anreize vorzufinden, die sie fordern. Diese sollen sie zu neuen, kreativen Lösungsmöglichkeiten verleiten. Dabei ist eine positive Fehlerkultur besonders wichtig (Suwelack, 2010). Die Möglichkeit, Aufgaben auf verschiedene Arten zu lösen und kreative Wege in Richtung eines Größenverständnisses im Bereich Zeit ausprobieren zu dürfen, ist auch im entwickelten Materialpaket zum Uhrlernen gegeben. Besonders umfassend berücksichtigten wir weiterhin die Ansätze aus dem Projekt *Die Straße der Maße* (Schütky & Haider, 2018).

### Die Straße der Maße

Im Rahmen des Projekts *Straße der Maße* entstanden ein Lehrwerk, eine Fortbildungsveranstaltung und Testinstrumente zu den Basiskompetenzen im Fachbereich *Größen und Maße* (Schütky & Haider, 2018). Das Konzept und die Materialien basieren auf einem siebenstufigen Kompetenzmodell. Diese Stufen werden bei der Erarbeitung einer Größe durchlaufen (Schütky & Haider, 2018, S. 5):

- (1) Erfahrungen sammeln und aufgreifen
- (2) Direktes Vergleichen von Repräsentanten
- (3) Indirektes Vergleichen von Repräsentanten mit willkürlichen Maßeinheiten
- (4) Indirektes Vergleichen von Repräsentanten mit quasi standardisierten Maßeinheiten
- (5) Indirektes Vergleichen von Repräsentanten mit standardisierten Maßeinheiten
- (6) Verfeinern und Vergrößern von Maßeinheiten
- (7) Stützpunkte sammeln

Dieses Stufenmodell kann auch auf die Größe Zeit und das hier angesprochene Uhlernen angewandt werden. Im hier entwickelten Lernmaterial sollen unter anderem das (1) Aufgreifen und Sammeln von Erfahrungen aus dem Alltag der Lernenden (u. a. Wieser, 2020; Schütky & Haider, 2018), (2) das Verfeinern von Einheiten (Punkt 6) sowie (3) das Sammeln von Stützpunkten (Punkt 7), also Orientierungspunkten im Alltag, anhand derer Größen leichter eingeschätzt werden können, berücksichtigt werden. Wie im Konzept der *Straße der Maße* mehrfach betont wird, ist das Schätzen von Größen gut möglich, wenn Lernende sich Stellvertreter bzw. Stützpunkte aus ihrem Alltag für gewisse Größen suchen. Im Lernbereich Zeit könnten dies beispielsweise das Zähneputzen (3 Minuten) oder eine Schulstunde ( $\sim 1$  h) sein (Schütky & Haider, 2018).

### Lehrplansichtung

Da das erarbeitete Material auch in der Schule einsetzbar sein soll, orientiert es sich an den österreichischen Lehrplänen. Im Lehrplan der allgemeinen Sonderschule werden die Lernziele im Lernbereich Zeit im Unterrichtsfach Sachunterricht in der Grundstufe 1 folgendermaßen festgesetzt (Lehrplan der allgemeinen Sonderschule, 2008, Kapitel 7):

- Zeitabläufe erfassen (z. B. Tagesablauf, Wochenplan, Jahreskreis)
- Zeit gliedern und durch Erlebnisse und Erfahrungen zu einem alters- und entwicklungsgemäßen Geschichtsverständnis gelangen (z. B. alte Gebäude, Kulturdenkmäler in der unmittelbaren Umgebung)
- Verwendung der Uhr und des Kalenders anbahnen

In der Grundstufe 2 werden diese Ziele noch verfeinert. So wird zum Beispiel das Ziel definiert, sowohl Uhr als auch Kalender zur Messung der Zeit verwenden zu können. Im Mathematiklehrplan sind vorrangig das Kennen und Anwenden der Größenbezeichnungen entscheidend (Lehrplan der allgemeinen Sonderschule, 2008). Wie im Lehrplan für die allgemeine Sonderschule werden auch im neuen Lehrplan für die Primarstufe sowohl im Sachunterricht als auch in der Mathematik die Zeitwahrnehmung beziehungsweise die Bestimmung der Zeit als Ziele angeführt (BMBWF, 2023a; BMBWF, 2023b). Im Lehrplan für Mathematik in der Grundstufe 1 der Primarstufe sind vor allem das Arbeiten mit Einheiten und Größen verankert (h, min, s). Außerdem liegt ein zusätzlicher Fokus auf dem Ablesen von Uhrzeiten (BMBWF, 2023a).

Obwohl das Erlernen von Zeit in den Lehrplänen fest verankert ist, fehlt unseres Erachtens fundiertes didaktisches Material, um diesen Anforderungen gerecht zu werden. So stellten auch Schütky & Haider (2018) fest, dass der Erarbeitung der Größen im Gegensatz zu arithmetischen Themenbereichen ein geringerer Stellenwert zugesichert wird.

### 3. Unterrichtsmaterialien „Eine Reise durch die Zeit“

Für das primäre Ziel des Projekts, der Entwicklung inklusiver Unterrichtsmaterialien zum Uhr- und Zeitlernen, wurden die Erkenntnisse aus der Literaturrecherche mit erprobten Unterrichtsformen aus der Praxis verknüpft. Das Material (Prenneis & Lüke, 2023) ist dazu konzipiert, den Lernenden einen ersten Berührungspunkt mit dem Thema *Zeit und Uhr* zu vermitteln und sie beim Erlernen der Grundbegriffe zu unterstützen. Eine empfohlene Altersbeschränkung gibt es nicht. Je nachdem, welche Voraussetzungen und Vorerfahrungen die Lernenden mitbringen, sind Teile des Materials schon in vorschulischen Lernsettings einsetzbar, aber auch für erwachsene Lernende kann dieses Material hilfreich sein. Das übergeordnete Thema *Zeitreise* mit der dazugehörigen Hintergrundgeschichte ist universell einsetzbar und deshalb für jede Altersstufe geeignet. Damit bedient das Material auch die Anforderungen des Universal Design for Learning.

Erstellt wurde diese Materialreihe für die Einzelförderung von Kindern in inklusiven Settings. Die Durchführung der Unterrichtsreihe ist aber auch im Klassenverband möglich. Das Material besteht aus zusammenhängenden Teilmaterialien, die fast alle unabhängig voneinander genutzt werden können, was die Teilhabe im Sinne des UDL erleichtert. Das Herzstück der Materialien bildet eine Hintergrundgeschichte (Bikner-Ahsbahr, 2019) mit dem übergeordneten Thema „Reise durch die Zeit“. Dabei werden die Lernenden eingeladen, mit der Hauptperson Lino durch die Zeit zu reisen und mit ihm Aufgaben zu erledigen. Dafür entdecken sie eine Schatzkiste, in der sie ein Reisetagebuch erwartet. Im Tagebuch finden sie Platz, ihre Aufgaben zu bearbeiten und ihre Lernerfolge festzuhalten.



ABB. 1 Arbeit mit dem Reisetagebuch während der Intervention

Konzipiert ist die Materialreihe als Schatzsuche: Vor jeder Einheit werden die passenden Aufgabenkarten von der Lehrperson im Raum versteckt. Wenn die Lernenden eine Aufgabenkarte gefunden haben, darf diese Seite im Reisetagebuch geöffnet werden. Dafür werden die Seiten im Buch zuerst händisch verschlossen oder passend kopiert, damit diese erst geöffnet werden können, wenn die Übung bearbeitet wird.

Das Material, das für die jeweiligen Aufgaben benötigt wird, finden die Lernenden in einer Schatzkiste oder ebenfalls im Raum versteckt. Thematisch reisen die Lernenden so von der Steinzeit, in der sie lernen Tätigkeiten einzuschätzen, über die Antike, in der sie die Zeit mit einem Pendel messen (Schütky & Haider, 2018), bis in die heutige Zeit, in der sie die Übungen am Tablet oder am PC absolvieren. Nach und nach füllt sich so das Reisetagebuch und die Kinder und Erwachsenen sehen ihren Lernerfolg.

Die letzte Aufgabenkarte des Materials führt über einen QR-Code zu einem interaktiven Lernspiel, welches sowohl am Tablet als auch am PC ausgeführt werden kann. Wenn die Lernenden alle Stationen aus der Zeitreise absolviert haben, erwartet sie eine Urkunde für ihre Ausdauer und Motivation.

Das Video *Linus Reise durch die Zeit* kann in Unterrichtssequenzen eingesetzt werden, die Tagesstrukturen thematisieren. Die Lernziele dieser Sequenzen beziehungsweise dieses Videos sind vielfältig. Die Lernenden sollen ein Bewusstsein für einen eigenen Tagesablauf entwickeln, sie sollen erkennen, dass Tätigkeiten eine unterschiedliche Dauer haben und dass ein Tag in 24 Stunden strukturiert wird. Begleitet und gefestigt werden die Inhalte des Videos durch das Reisetagebuch. Darin finden sich verschiedene Zeitmodelle, die mit den Informationen aus dem Video befüllt werden können.

Als Motivation am Ende der Unterrichtsreihe erwartet die Lernenden ein interaktives Lernspiel zu den gelernten Inhalten. Damit können sie ihre Lerninhalte spielerisch wiederholen. Insgesamt müssen die Spielerinnen und Spieler zehn Quizfragen lösen, um zu gewinnen. Die Fragen sind auf das Lernmaterial abgestimmt. Das Spiel ist für Computer und Tablets geeignet. Beispielaufgaben aus dem Lernspiel finden sich in Abbildung 2.



ABB. 2 Beispiele für das interaktive Lernspiel

Die Methode, Schnappschüsse aus dem Alltag für Legekärtchen und Spiele zu verwenden, stammt von der "Yes-we can!"-Methode (Wieser, 2020). Auf diesem System aufbauend entstanden zwei Lernspiele. Die Karten sind sowohl als Einzelübung in freien Übungsphasen als auch für eine gemeinsame Erarbeitung geeignet.

## 4. Methode

### Forschungsdesign

Um zu überprüfen, ob durch die entwickelte Förderung Fortschritte in den untersuchten Kompetenzen erzielt werden können, wurde ein Multiple Baseline Design (MBD) über Personen umgesetzt (Kazdin, 2011; Julius et al., 2000). Der allgemeinen Logik eines Einzelfallexperiments folgend, derzufolge das Verhalten der Teilnehmenden unter Normalbedingungen (hier also dem normalen Unterricht) mit dem Verhalten unter den veränderten Bedingungen (hier also der neuen Fördermethode) verglichen wird, werden hier mehrere solcher Einzelfallexperimente in einem Forschungsdesign kombiniert. Bei mehreren Personen wird zunächst die Baseline (A-Phase) erhoben. Um andere Einflussfaktoren kontrollieren zu können, startet die Intervention nicht bei allen Personen gleichzeitig, sondern wird zeitlich gestaffelt. So kann die Wirksamkeit von neuen Unterrichtsmethoden oder Verhaltensinterventionen auf individueller Ebene überprüft werden.

### Prozedere und Teilnehmerinnen

Für die Evaluierung des erstellten Unterrichtsmaterials mithilfe des Multiple Baseline Designs wurden die Lernenden, wie von Julius, Schlosser und Goetze (2000) vorgeschlagen, so ausgewählt, dass sie sich in mehreren relevanten Kriterien ähneln. Die Studie wurde in der ersten Klasse einer öffentlichen steirischen Volksschule in einer großen Bezirkshauptstadt durchgeführt. Somit konnten regionale Unterschiede, altersbedingte Unterschiede oder auch die unterschiedlichen im Unterricht erlernten Kompetenzen gering gehalten werden. Weiterhin wurde eine erwachsene Teilnehmerin über persönliche Kontakte der Erstautorin gewonnen. Insgesamt waren fünf Kinder und eine erwachsene Versuchsperson für die Studie vorgesehen. Es lagen für 13 Kinder die Einverständniserklärungen der Erziehungsberechtigten vor. Anhand des Lernstandes wurden fünf der 13 Kinder für diese Studie ausgewählt. Alle Namen wurden geändert. Tabelle 1 enthält relevante Merkmale der Teilnehmerinnen.

TAB. 1 Beschreibung der Teilnehmerinnen

Name	Alter	Schulbesuchsjahr	mehrsprachig	Sonderpädagogischer Förderbedarf	Laufbahnverlust	Lernrückstand Mathematik <sup>1</sup>
Alina	8	2	nein	nein	ja	ja
Diana	8	2	ja	ja	ja	ja
Lea	7	1	nein	beantragt	ja	ja, deutlich
Bianca	58	– <sup>2</sup>	nein	nein	ja	ja, deutlich
Marie	7	1	nein	nein	ja – VS <sup>3</sup>	ja
Laura	8	2	nein	ja	ja	ja, deutlich

Anmerkungen: (1) Die Angabe basiert auf Lehrkräfteeinschätzungen. (2) Bianca hat ihre Schulzeit beendet.  
(3) Marie wurde in die Vorschulstufe gestuft.

TAB. 2 Deskriptive Daten für Phasen A und B

	Alina	Diana	Lea	Bianca	Marie	Laura
$M_A$	6,00	4,67	3,75	4,50	4,33	5,60
$M_B$	9,00	8,00	4,50	6,75	7,00	7,75
$Md_A$	6,0	5,0	4,0	4,5	4,5	6,0
$Md_B$	9	8	5	7	7	8
$SD_A$	1,58	1,53	0,50	0,58	0,82	1,14
$SD_B$	0,00	1,23	1,00	1,26	0,63	0,50
$MAD_A$	1,48	1,48	0,00	0,74	0,74	1,48
$MAD_B$	0,00	1,48	0,00	0,74	0,00	0,00
$Min_A$	4	3	3	4	3	4
$Min_B$	9	7	3	5	6	7
$Max_A$	8	6	4	5	5	7
$Max_B$	9	10	5	8	8	8
$Trend_A$	-0,003	-0,173	-0,028	-0,013	0,001	-0,021
$Trend_B$	0,000	0,086	0,004	0,024	0,015	-0,028

## Instrumente

Zur Messung des Lernfortschritts wurden in Anlehnung an den standardisierten und normierten Größen- und Einheitentests GET o+ aus der *Straße der Maße* (Schütty & Schaupp, 2020) 60 Items entwickelt. Diese Aufgabentypen sind einander ähnlich, um das grundsätzliche Aufgabenverständnis zu erleichtern. Sie unterscheiden sich jeweils in den zu vergleichenden Situation oder der Auswahl und Anzahl an Antwortmöglichkeiten. Jeder Antwortmöglichkeit wurde ein passendes Piktogramm zugeordnet, um den nicht-lautsprachlich kommunizierenden Teilnehmerinnen Anhaltspunkte zu bieten. Abbildung 3 führt ein Beispielitem an.

Außerdem sollten so Verständnisschwierigkeiten für Lernende mit anderen Erstsprachen vermieden werden.

Die Anzahl der richtigen Antworten bildet den jeweiligen Score des Testzeitpunktes. Aus diesem Grund finden sich in der Erhebung auch Items, die in der Erhebungszeit für die Kinder von hoher Relevanz waren, wie zum Beispiel Covidtests.

WAS DAUERT UNGEFÄHR GLEICH LANG WIE CORONATESTEN?		
EIN GROßES PUZZLE BAUEN	ZÄHNEPUTZEN	SCHWIMMEN
		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ABB. 3 Beispielitem Coronatest

## Förderung

Die Förderung mithilfe des entwickelten Unterrichtsmaterials erfolgte in Sitzungen im Einzelsetting mit einer durchschnittlichen Dauer von 50 Minuten. Insgesamt wurden zwischen vier und sechs solcher Fördersitzungen pro Teilnehmerin durchgeführt. Um potentielle äußere Einflüsse bzw. Erklärungen für eine Verbesserung der Leistungen auszuschließen und somit die interne Validität des Forschungsdesigns zu erhöhen, variiert der Startzeitpunkt der Förderung zwischen den Personen. Alle Interventionen fanden im zweiten Semester des Schuljahres 2021/22 innerhalb von zwei Monaten statt.

## Analysen

Die Analyse von Single Case Research Designs erfolgt häufig mittels *visueller Analyse der Verlaufsgraphen* (Dowdy et al., 2022), der Berechnung von *Überlappungsmaßen*, welche die Datenpunkte der beiden Phasen auf verschiedene Arten vergleichen (Parker et al., 2011) sowie statistischer Modelle, wie zum Beispiel *piecewise linear regression* (Beretvas & Chung, 2008; Huitema & McKean, 2000). Alle Graphen und Analysen wurden mit R 4.2.2 (R Core Team, 2022), RStudio 2022.12.0 (RStudio Team, 2022) und scan 0.55.14 (Wilbert & Lüke, 2023) durchgeführt. Wir berichten und interpretieren jeweils den PND (*Prozentsatz nicht überlappender Daten*), der NAP (*Nichtüberlappung aller Paare*) in der reskalierten Variante und *Tau U* in der Variante A vs. B + Trend B - Trend A. Die Ergebnisse interpretieren wir in Anlehnung an verbreitete Einordnungen dieser Maße (Vannest & Ninci, 2015; Scuggs et al., 1987). Weiterhin berichten wir die standardisierten Mittelwertsdifferenzen und das hierarchische Regressionsmodell.

## 5. Ergebnisse

Die Arbeit mit den Materialien erwies sich als sehr praktikabel. Die Teilnehmerinnen waren begeistert von den Materialien und leicht zu motivieren. Die hohe Motivation durch das Material wirkte sich auch auf die Messung der Baseline aus: Laura wurde von der Zeitreise so motiviert, dass sie zu Beginn der A-Phase daheim mit ihren Eltern vorlerte. Dies lässt sich auch in ihrem Lernverlauf erkennen. Das absolute Minimum von drei Messzeitpunkten pro Phase konnte im gesamten Design sichergestellt werden; für die Hälfte der Phasen liegen fünf oder mehr Messzeitpunkte vor (Range<sub>A</sub>: 3-6,  $Md_A = 4,5$ ; Range<sub>B</sub>: 4-6,  $Md_B = 4,5$ ).

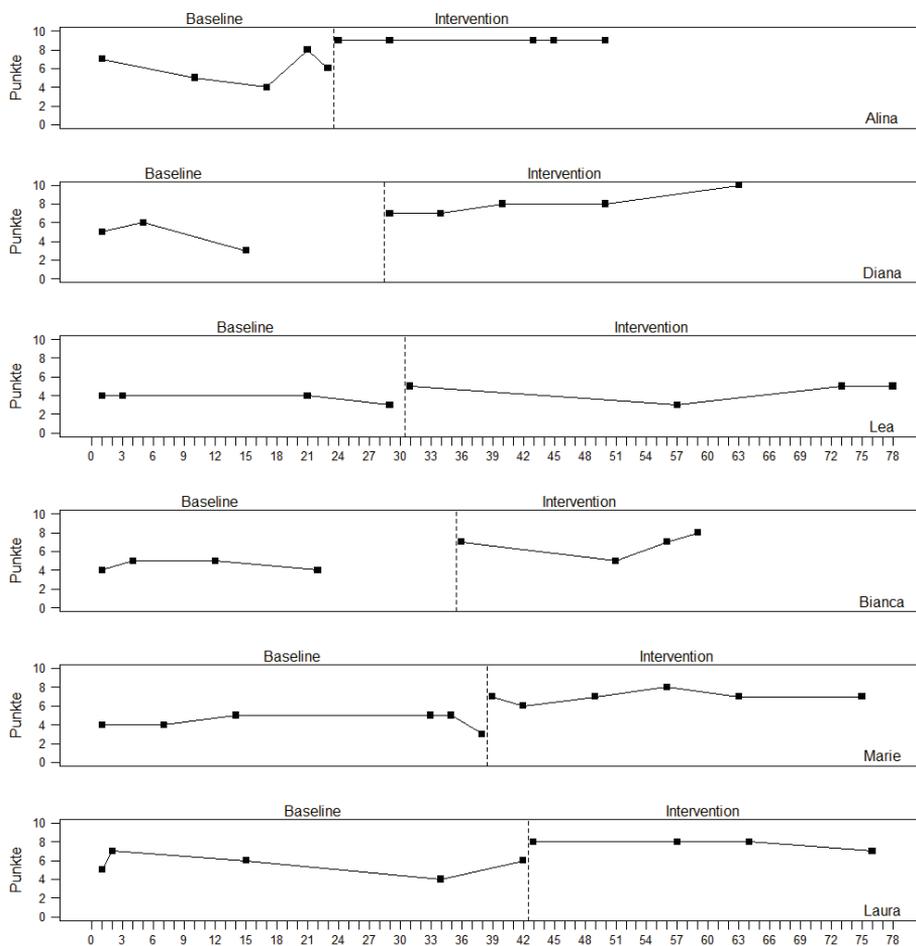


ABB. 4 Verlaufsgraphen der Kompetenz je Teilnehmerin über beide Phasen des Experiments (Baseline & Intervention)

### Alina

Mit Alina waren insgesamt zehn Erhebungszeitpunkte möglich. Im Durchschnitt erzielte sie in der A-Phase 6 und in der B-Phase 9 Punkte. Insgesamt konnte hier ein starker Effekt beobachtet werden. Sowohl der PND als auch der NAP(rescaled) liegen bei 100. Tau U weist ebenfalls auf eine signifikante Verbesserung der Leistungen hin (0,63,  $p < ,05$ ).

### Diana

Mit Diana konnten insgesamt acht Erhebungszeitpunkte realisiert werden. In Phase A erreicht sie im Mittel 4,67 Punkte und in Phase B 8. Auch die Überlappungsmaße zeigen ein klares Bild: Mit einem PND und einem NAP(rescaled) von jeweils 100 sowie einem Tau U von 0,89 ( $p < ,05$ ) haben sich Dianas Leistungen in der Interventionsphase signifikant und deutlich verbessert.

### Lea

Die geringste Veränderung war bei Lea zu beobachten. Ihre durchschnittliche Leistung stieg von 3,75 auf 4,5. Der Tau U liegt bei 0,54, der NAP(rescaled) bei 56 und der PND bei 75. Insgesamt ergibt sich daher der Eindruck, dass die Intervention bisher keinen relevanten Effekt auf Leas Kompetenzen hatte. Die Entwicklung zeigt aber in die richtige Richtung und es wäre ggf. eine Fortsetzung unter Anpassung der Materialien möglich.

### Bianca

Die erwachsene Teilnehmerin Bianca nahm an acht Sitzungen teil (jeweils vier pro Phase). Alle Überlappungsmaße deuten für Bianca auf eine effektive Veränderung ihrer Kompetenzen hin: Tau U = 0,67, PND = 75 und NAP(rescaled) = 88. Deshalb kann auch bei der erwachsenen Versuchsperson eine Effektivität der Intervention angenommen werden.

### Marie

Der Fall mit den meisten Erhebungszeitpunkten war Marie mit 12 Erhebungen. Jeweils sechs Testungen in der Phase A und sechs Testungen in der Phase B wurden bei diesem Mädchen durchgeführt. Der Vergleich der Mittelwerte lässt schon im Vorfeld eine Steigerung der Leistung vermuten. Während der Mittelwert der Phase A bei 4,33 liegt, steigert er sich in der Phase B auf 7,0. Sowohl der PND als auch der NAP(rescaled) liegen bei einem Wert von 100. Der Tau U zeigt mit einem Wert von

0,63 auch eine hohe Veränderung auf. Maries Leistungen steigerten sich demnach deutlich nach den erfolgten Interventionen.

### Laura

Laura wurde insgesamt neun Mal getestet, fünf Mal vor der Intervention und vier Mal während der Intervention. Da Lauras Leistungen sehr unterschiedlich waren, fällt auch das Ergebnis des PND verhaltener aus als bei den anderen Teilnehmerinnen: Bei Laura liegt der PND bei 75 %, was einem mittleren Interventionseffekt entspricht. Auch Tau U deutet mit 0,51 auf eine positive Veränderung hin.

**TAB. 3** Überlappungsmaße und Effektstärken

	Alina	Diana	Lea	Bianca	Marie	Laura
PND	100	100	75	75	100	75
NAP rescaled	100	100	56	88	100	95
TAU	,63	,89	,54	,67	,63	,51
SMD	1,90	2,18	1,50	3,90	3,27	1,89

Anmerkungen: PND = Prozentsatz nicht überlappender Daten, NAP = Nichtüberlappung aller Paare, SMD = Standardisierte Mittelwertsdifferenz

### Gesamt

Im Rahmen der visuellen Analyse der Verlaufsgraphen ist festzustellen, dass die Baseline in allen Fällen stabil erscheint. Es liegen keine deutlichen Baselinetrends vor. Über alle Fälle hinweg lässt sich ein deutlicher und relativ unverzüglicher *Level-Effekt* (sprunghafter Anstieg zum Phasenübergang) der Intervention erkennen. Die einzige Ausnahme bildet hier Lea (siehe unten). Insgesamt steigen die Leistungen mit dem Beginn der Intervention deutlich an und auch die weitere Entwicklung ist in allen Fällen stabil oder sogar aufsteigend (*Slope-Effekt*). Auch die – aus unserer Sicht mit Vorsicht zu interpretierenden – Überlappungsmaße belegen nach gängigen Standards die übergreifende Wirksamkeit der Förderung: PND = 87,5 %, NAP(rescaled) = 89,8 %, Tau U = 0,66. Sie können als Hinweise auf einen deutlichen oder starken Interventionseffekt interpretiert werden.

Das hierarchische Regressionsmodell über alle Fälle (siehe Tabelle 4) stützt diesen Eindruck: Ausgehend von einem durchschnittlichen Anfangswert von etwa 5 Punkten ist über alle Fälle hinweg ein signifikanter, aber inhaltlich kaum relevanter Abwärtstrend ( $B = -0,03^*$ ) zu beobachten. Aus dem Vergleich der Baseline und der Interventionsphase ergibt sich ein deutlicher Level-Effekt ( $B = 2,65^{***}$ ) von durchschnittlich mehr als 2,5 Punkten. Weiterhin wird der leichte negative Trend zu einem statistisch bedeutsamen, aber inhaltlich kaum relevanten Anstieg der Leistungen in der Interventionsphase umgekehrt ( $B = 0,06^{**}$ ).

TAB. 4 Hierarchisches piecewise Regressionsmodell über das gesamte MBD

Effect	B	SE	df	t	p
Fixed effects					
Intercept	5,217	0,469	46	11,132	0,000
Trend	-0,029	0,012	46	-2,356	0,023
Level B	2,648	0,444	46	5,968	0,000
Slope B	0,055	0,018	46	3,045	0,004
Random effects					
Intercept	0,934				
Residual	0,922				

Anmerkung: ICC = 0,242; L = 6,6, p = 0,010

## 6. Diskussion

Ziel dieser Studie war die Erstellung eines fundierten Unterrichtsmaterials für das erste Uhrenlernen und Zeitverstehen im inklusiven Bildungssetting. Zu Beginn wurde die Frage nach den Schwierigkeiten und didaktischen Besonderheiten, mit denen Lernende in diesem Lernbereich *Zeit* umgehen müssen, dargestellt. Es wurden die Entwicklungsschritte und Fähigkeiten, die für ein vollständiges Erlangen eines umfassenden Zeitbewusstseins wichtig sind (Franke & Ruwisch, 2010; Schorch, 2014) sowie didaktische Besonderheiten der Größe *Zeit* (Bräunling & Reuter, 2018; Franke & Ruwisch, 2010) erläutert. Auf der Basis des aktuellen Forschungsstands und in Übereinstimmung mit den Zielen der österreichischen Lehrpläne wurde eine Materialreihe für das erste Zeit- und Uhlernen erstellt. Die Materialien können sowohl einzeln zur Vertiefung und Differenzierung als auch gemeinsam zur ganzheitlichen Erarbeitung genutzt werden. Das Material wird in digitaler Form unter einer offenen Lizenz bereitgestellt. Weiterhin sollte die Forschungsfrage beantwortet werden, ob die Förderung mit den neuen Materialien grundsätzlich dazu geeignet ist, die Kompetenzen im Lernbereich zu verbessern. In einem MBD über sechs Personen wurde die Wirksamkeit untersucht. Insgesamt zeigen sich deutliche Interventionseffekte. Fünf der sechs Teilnehmerinnen verbesserten ihre Leistungen deutlich. Die berichteten Effektstärken für das Gesamtdesign bewegen sich allesamt im Bereich eines deutlichen beziehungsweise großen Interventionseffekts. Auf individueller Ebene ergeben sich Hinweise, dass die Intervention für Lea nur eine geringere Verbesserung ihrer Leistungen zufolge hatte. Lea benötigt auch im sonstigen Unterricht sehr viele Wiederholungen und Übung, bis sie Lernerfolge erzielt. Nicht nur die Kinder machten deutliche Fortschritte, sondern auch die erwachsene Frau Bianca konnte ihre Leistungen deutlich steigern. Die Materialien scheinen das gesetzte Ziel zu erfüllen, auch für eine ältere Zielgruppe, die im betreffenden Lernbereich noch Kompetenzen erwerben soll, motivierend und ansprechend zu sein.

Für die hier betrachteten Individuen hat die Intervention einen deutlichen Effekt gehabt. Daraus ergibt sich offensichtlich auch die Annahme, dass der Effekt potenziell auch bei anderen Lernenden mit vergleichbarer Lernausgangslage zu erwarten wäre. Eine Generalisierung der Ergebnisse aus diesem MBD ist aber nicht möglich. Eine Erweiterung der Zielgruppe – insbesondere auf weitere Erwachsene – wäre sicher auch in Form von Einzelfallstudien wünschenswert. Eine Evaluation im Kontrollgruppendesign insbesondere für die relevante Zielgruppe zu Beginn der Volksschule wäre sicher wünschenswert.

Zukünftig könnte und sollte das Material außerdem bezüglich der Barrierefreiheit für weitere Personengruppen (beispielsweise Menschen mit Sehbeeinträchtigungen) weiterentwickelt werden. Auch eine weitere Differenzierung bezüglich der Sprachkompetenzen wäre wünschenswert. Da die Materialien unter einer offenen Lizenz zur Verfügung gestellt werden (Prenneis & Lüke, 2023), können diese Erweiterungen und Verbesserungen jederzeit durch interessierte Fachpersonen vorgenommen werden. So soll dieses Projekt auch ein positives Beispiel für das Teilen und Weiterentwickeln von Bildungsressourcen sein. Wir möchten alle Interessierten ausdrücklich dazu ermutigen.

## Literaturverzeichnis

- Al-Azawei, A., Serenelli, F. & Lundqvist, K. (2016). Universal Design for Learning (UDL): A Content Analysis of Peer Reviewed Journals from 2012 to 2015. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 16(3), 39–56. <https://doi.org/10.14434/josotl.v16i3.19295>
- Beretvas, S.N. & Chung, H. (2008). A review of meta-analyses of single-subject experimental designs: Methodological issues and practice. *Evidence-Based Communication Assessment and Intervention*, 2(3), 129–141. <http://doi.org/10.1080/17489530802446302>
- Biewer, G. (2022). Universal Design for Learning (UDL) als Entwicklungsperspektive für einen inklusiven Unterricht. In J. Frohn, A. Bengel, A. Piezunka, T. Simon & T. Dietze (Hrsg.), *Inklusionsorientierte Schulbildung. Interdisziplinäre Rückblicke, Einblicke und Ausblicke* (S. 221–231). Verlag Julius Klinkhardt. <https://doi.org/10.35468/5983>
- Bikner-Ahsbals, A. (2019). *Mathematikunterricht inklusiv gestalten. Ein Unterrichtsprinzip für die Klassen 5 bis 10*. Kallmeyer Klett Friedrich.
- Bräunling, K. & Reuter, D. (2018). Messen und Größen. In J. Leuders & K. Philipp (Hrsg.), *Mathematik-Didaktik für die Grundschule* (3. Aufl., S. 44–58). Cornelsen.
- Brunner, E. (2019). Kinder mit erhöhtem Förderbedarf in Mathematik: Was bedeutet dies für die Unterrichtsgestaltung? In R. Luder, A. Kunz & C. Müller Bösch (Hrsg.), *Inklusive Pädagogik und Didaktik* (S. 187–207). Hep.

- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF). (2023a). *Lehrplan NEU für Mathematik (Volksschule)*. <https://www.paedagogikpaket.at/component/edocman/239-lehrplan-2/download.html?Itemid=0>
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF). (2023b). *Lehrplan NEU für Sachunterricht (Volksschule)*. <https://www.paedagogikpaket.at/component/edocman/242-lehrplan-2/download.html?Itemid=0>
- Burny, E. (2010). *How to teach the clock? Primary school teachers' pedagogical content knowledge and beliefs on the teaching of time-related competences*. European Conference on Educational Research 2010.
- Capp, M. (2017). The effectiveness of universal design for learning: a meta-analysis of literature between 2013 and 2016. *International Journal of Inclusive Education*, 21(8), 791–807. <https://doi.org/10.1080/13603116.2017.1325074>
- Dowdy, A., Jessel, J., Saini, V. & Peltier, C. (2022). Structured visual analysis of single-case experimental design data: Developments and technological advancements. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 55(2), 451–462.
- Franke, M. & Ruwisch, S. (2010). *Didaktik des Sachrechnens in der Grundschule*. (2. Aufl.). Spektrum Akademischer Verlag.
- Galkienė, A. (Hrsg.). (2021). *Universal Design for Learning in our Classroom. Teachers' experiences: Austria, Lithuania, Poland, Finland*. Vytautas Magnus University.
- Huitema, B. E. & Mckean, J. W. (2000). Design specification issues in time-series intervention models. *Educational and Psychological Measurement*, 60(1), 38–58.
- Julius, H., Schlosser, R. W. & Goetze, H. (2000). *Kontrollierte Einzelfallstudien*. Hogrefe.
- Kazdin, A. (2011). *Single-case Research Designs. Methods for Clinical and Applied Settings*. Oxford University Press.
- Krauthausen, G. & Scherer, P. (2007). *Einführung in die Mathematikdidaktik*. (3. Aufl.). Spektrum.
- Lehrplan der allgemeinen Sonderschule. (BGBl. Nr. 134/1963) in der Fassung BGBl. II BGBl. II Nr. 375/2021.
- Meyer, A., Gordon, D. & Rose, D. H. (2014). *Universal Design for Learning: Theory and Practice*. Cast.
- Müller Bösch, C. & Schaffner Menn, A. (2019). Individuelles Lernen in Kooperation am Gemeinsamen Gegenstand im inklusiven Unterricht. In R. Luder, A. Kunz & C. Müller Bösch (Hrsg.), *Inklusive Pädagogik und Didaktik* (S. 75–117). Hep.
- Parker, R. I., Vannest, K. J. & Davis, J. L. (2011). Effect Size in Single-Case Research: A Review of Nine Nonoverlap Techniques. *Behavior Modification*, 35(4), 303–322. <https://doi.org/10.1177/0145445511399147>
- Prenneis, Lena J. & Lüke, T. (2023). *Unterrichtsmaterial zum Uhrlernen im inklusiven Setting*. Open Science Framework. <https://doi.org/10.17605/osf.io/x389v>
- R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>

- RStudio Team. (2022). RStudio: Integrated Development for R. *RStudio*. <http://www.rstudio.com/>.
- Schnepel, S. (2019). Mathematische Förderung von Kindern mit einer intellektuellen Beeinträchtigung. Eine Längsschnittstudie in inklusiven Klassen. *Empirische Studien zur Didaktik der Mathematik Band 36*. Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:18143>
- Schorch, G. (2014). Zeit im schulischen Kontext. In S. Tänzer, C. Schomaker & E. Heran-Dörr (Hrsg.), *Sachunterricht vielperspektivisch planen Unterrichtsvorschläge zum Inhaltsbereich „Zeit“* (S. 11-25). Julius Klinkhardt.
- Schütky, R. & Haider, R. (2018). *Didaktik der Größen und Maße*. LogoMedia.
- Schütky, R. & Schaupp, H. (2020). *Größen und Einheiten Test 0+ (GET 0+)*. LogoMedia.
- Scruggs, T.E., Mastropieri, M.A. & Casto, G. (1987). The quantitative synthesis of single-subject research methodology and validation. *Remedial and Special Education*. 8. 24–33. <https://doi.org/10.1177/074193258700800206>
- Story, M. F., Mueller, J. L. & Mace, R. L. (1998). *The Universal Design File. Designing for People of All Ages and Abilities*. The Center for Universal Design.
- Suwelack, W. (2010). Lehren und Lernen im kompetenzorientierten Unterricht. Modellvorstellungen für die Praxis: Vom Kompetenzmodell zum Prozessmodell („Lernfermenter“). *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 63, 176–182.
- Vannest, K.J. & Ninci, J. (2015). Evaluating intervention effects in single-case research designs. *Journal of Counseling & Development*, 93(4), 403–411. <https://doi.org/10.1002/jcad.12038>
- Walter, D. & Dexel, T. (2020). *Heterogenität im Mathematikunterricht der Grundschule mit digitalen Medien begegnen? Eine fachdidaktische Perspektive auf Potentiale digital gestützten Mathematikunterrichts in der Grundschule*. <https://doi.org/10.1007/s42278-019-00071-6>. Springer.
- Wieser, B. (2020). *Yes, we can!* (11. Auflage). Verein Hand in Hand.
- Wilbert, J. & Lüke, T. (2023). *scan: Single-Case Data. Analyses for Single and Multiple Baseline Designs*. (0.55). CRAN. <https://cran.r-project.org/package=scan>.