

Markus Scholz, Christoph Dönges, Björn Risch, Jürgen Roth

## Anpassung von Arbeitsmaterialien für selbstständiges Arbeiten von Schülerinnen und Schülern mit kognitiven Beeinträchtigungen in Schülerlaboren – Ein Pilotversuch

### Zusammenfassung

Die Anpassung von Lernmaterialien an eine heterogene Schülerschaft ist nicht nur eine spezifisch schulische Thematik, sondern auch für das forschende Lernen in Schülerlaboren bedeutsam. Ziel des hier vorgestellten Pilotversuchs ist es, Kriterien zur Anpassung von Arbeitsaufträgen für Schülerinnen und Schüler mit kognitiven Beeinträchtigungen zur selbstständigen Bearbeitung in Schülerlaboren aufzuzeigen und empirisch zu überprüfen. Hierzu bearbeitete eine Gruppe von Schülerinnen und Schülern (N = 7) in Teams auf Basis von theoretischen Überlegungen angepasste Arbeitsaufträge in den Bereichen Naturwissenschaften und Mathematik in zwei Schülerlaboren. Das Vorgehen der Probanden wurde videografiert. Die daraus resultierenden sieben Videosequenzen wurden hinsichtlich der Wirksamkeit der Vereinfachung und in Bezug auf die vorhandenen Barrieren qualitativ durch zwei Rater analysiert. Die Ergebnisse bestätigen einige der theoretischen Überlegungen (Reduktion der Zahl der Informationen, Verwendung von piktografischen Symbolen), zeigen aber auch Umsetzungsbarrieren und Schwierigkeiten (mangelnde Korrespondenz zwischen Symbol und Gegenstand/Handlung, Aufforderungscharakter des Materials etc.) in der selbstständigen Bearbeitung auf.

### Schlüsselbegriffe

Schülerlabore, mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht, Differenzierung, Leichte Sprache, Piktogramme, Versuchsanleitungen, kognitive Beeinträchtigung

### Abstract

Modifying learning material for a heterogeneous group of pupils is not only mandatory for schools, it is also vital in off campus student laboratories. The goal of the presented pilot study is to give empirical evidence for postulated modifications of instructional material for pupils with mild intellectual disabilities. Therefore, a group of pupils (N=7) was videotaped while working in teams on modified tasks and instructions for experiments in two off campus learning centers (science and mathematics). The emerging seven video scenes were analyzed utilizing a qualitative two-rater approach. The results prove the effectiveness of some theoretical considerations (reducing the number of information in the task, using pictorial symbols), but also show that there are difficulties and barriers for working independently on tasks (insufficient correspondence between pictorial symbols and objects/operation, attraction of the material etc.).

### Keywords

Off campus student laboratories, science education, mathematics education, differentiation, pictorial symbols, instruction for experiments, mild intellectual disabilities

Die Gestaltung von Unterricht und Lehr-Lernangeboten für heterogene Gruppen ist nicht erst durch den Inklusionsbegriff ein Thema von Pädagogik und Didaktik. Bereits bei Herbart (1843, S. 389) ist zu lesen: „Die Verschiedenheit der Köpfe ist das große Hindernis aller Schulbildung“. Dieser Verschiedenheit der Köpfe gerecht zu werden stellt ein wesentliches Motiv der Reformpädagogik dar und ist seit ihrer Gründung 1920 im Selbstverständnis der Grundschule als eine Schule für alle Kinder verankert (vgl. Nave, 1961, S. 166). Im Zuge einer inklusiven Schulentwicklung erweitert sich allerdings das bisherige Heterogenitätsspektrum der Schülerschaft erheblich. Dies hat zur Folge, dass sich auch die Fachdidaktiken intensiver mit der Frage auseinandersetzen müssen, wie Fachinhalte Schülerinnen und Schülern mit kognitiven Beeinträchtigungen zugänglich gemacht werden können. Bisherige Publikationen (vgl. u. a. Ratz, 2011; Riegert & Musenberg, 2015) fokussieren jedoch eher den schulischen Unterricht. Außerschulische Lernorte, die in der didaktischen Literatur (Sauerborn & Brühne, 2009; Dühlmeier, 2008) nur aus der Perspektive der Nutzer betrachtet werden, stehen aber vor der gleichen (inkluisiven) Herausforderung und haben zudem schwierigere Ausgangsbedingungen. Während im Kontext Schule individuelle Förderpläne, Ergebnisse der Lernprozessbegleitung, Daten aus der Kind-Umfeld-Analyse oder aus anderen Verfahren pädagogischer Diagnostik individuelle Zugänge und Erschwernisse aufdecken, müssen an außerschulischen Lernorten Angebote für zunächst unbekannte außerschulische Nutzer konzipiert werden. Dabei ist lediglich eine grobe Ausrichtung auf eine Zielgruppe (z. B. Lernstufe oder Schulart) möglich und es darf bezweifelt werden, dass durch zumeist kurzfristige und knappe Absprachen eine angemessene Teilnehmerorientierung für alle Schülerinnen und Schüler einer inklusiven Lerngruppe gewährleistet werden kann. Es braucht also Überlegungen, die diese spezifischen Bedingungen außerschulischer Lernorte berücksichtigen, mit dem Ziel, ein Angebot zu schaffen, das für eine möglichst heterogene Nutzergruppe gewinnbringend ist. Aus dieser Zielperspektive heraus ist das Projekt „Lernumgebungen für heterogene Lerngruppen gestalten“ entstanden. Es versucht, die an der Universität vorhandenen Schülerlabore für ein breiteres Spektrum an Schülerinnen und Schülern zugänglicher zu machen. Dabei rücken insbesondere die schriftlichen Arbeitsaufträge in den Fokus des Projekts. Hier sind aktuell die größten Hürden bei der selbstständigen Bearbeitung durch Schülerinnen und Schüler erkennbar. Wenn, wie in Schülerlaboren üblich, eigenständig anhand von Materialien und zum Teil Computersimulationen gearbeitet werden soll, ist es zwingend notwendig, dass die schriftlichen Arbeitsaufträge so gestaltet sind, dass auch Schülerinnen und Schüler mit kognitiven Beeinträchtigungen diese erfassen und inhaltlich verstehen können. Hier setzt das vorliegende Projekt an.

### Die Schülerlabore an der Universität Koblenz-Landau

Die Schülerlabor-Landschaft in Deutschland ist sehr vielfältig und schwerpunktmäßig im MINT-Bereich zu verorten. Den Versuch einer Klassifikation findet man etwa bei Haupt, Domjahn, Martin, Skiebe-Corrette, Vorst, Zehren und Hempelmann (2013) und ist in Tabelle 1 zusammengestellt. Allen Schülerlaboren gemeinsam ist, dass es sich um außerschulische Lernorte handelt, die das Wissenschaftsverständnis und -interesse bei Schülerinnen und Schülern wecken wollen, indem diese eigenständig experimentieren und einen mathematisch-naturwissenschaftlichen Forschungsprozess durchlaufen.

**Tabelle 1:** Schülerlabor-Kategorien aus Haupt et al. (2013, S. 328)

Kategorie	Modus	Kriterien
alle Schülerlabore	Leitbild und allgemeine, generell gültige Kriterien	<ul style="list-style-type: none"><li>Steigerung von Wissenschaftsinteresse und Wissenschaftsverständnis</li></ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachwuchsförderung für MINT-Berufe und MINT-Studiengänge</li> <li>• außerschulischer Lernort im MINT Bereich</li> <li>• dauerhafter Betrieb mit mindestens 20 Tagen pro Jahr</li> <li>• eigenes Experimentieren mit dem Forschungsprozess als Schwerpunkt</li> </ul>
Schülerlabor <sup>K</sup>	<b>K</b> lassisches Schülerlabor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Breitenförderung: ganze Klassen oder Kurse</li> <li>• genügend Arbeitsplätze für ganze Klassen</li> <li>• im Rahmen schulischer Veranstaltungen</li> <li>• direkter Bezug zum Lehrplan</li> </ul>
Schülerlabor <sup>F</sup>	Schüler <b>F</b> orschungszentrum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individual-Förderung: interessierte Kinder und Jugendliche</li> <li>• außerhalb schulischer Veranstaltungen</li> <li>• langfristiges, freies Forschen oder Experimentieren</li> <li>• eigenes Gebäude und Einrichtungen</li> <li>• kein expliziter Lehrplanbezug</li> </ul>
Schülerlabor <sup>L</sup>	<b>L</b> ehr-Lern-Labor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandteil der Lehrerausbildung an Hochschulen</li> <li>• Lehrplan-unterstützend</li> </ul>
Schülerlabor <sup>W</sup>	Schülerlabor zur <b>W</b> issenschaftskommunikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermittlung der Inhalte aus Forschung und Entwicklung der Betreiberorganisation</li> </ul>
Schülerlabor <sup>U</sup>	Schülerlabor mit Bezug zu <b>U</b> nternehmertum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermittlung von Unternehmertum und wirtschaftlichen Zusammenhängen</li> </ul>
Schülerlabor <sup>B</sup>	Schülerlabor mit <b>B</b> erufsorientierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwerpunkt-Angebote zur Berufsorientierung</li> </ul>

Eine knappe Definition von Schülerlaboren im Fach Mathematik geben Baum, Roth und Oechsler (2013) an. In Anlehnung an diese Definition können Schülerlabore im MINT-Bereich wie folgt charakterisiert werden:

Schülerlabore sind außerschulische Lernstandorte mit vorstrukturierten, regelmäßig einsetzbaren Lernumgebungen in festen Räumen, in denen Schülerinnen und Schüler unter expliziter Zielsetzung selbstständig, handlungsorientiert und experimentell mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen und Zusammenhänge an Phänomenen in einem begrenzten Zeitrahmen entdecken, erarbeiten und durchdringen können, ohne dabei dem für den Lernort Schule typischen Leistungsdruck zu unterliegen.

Im vorliegenden Projekt sind mit dem Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“ und der „Nawi-Werkstatt“ zwei Schülerlabore der Universität Koblenz-Landau beteiligt.

In beiden wird forschend gelernt, wodurch ein ebenso natürlicher wie authentischer Zugang zu mathematischen und naturwissenschaftlichen Phänomenen möglich wird. Diese Art des Lernens erfordert ein vielfältiges, offenes, herausforderndes, aber auch

systematisch strukturiertes und unterstützendes Lernumfeld, das sich in der Schulpraxis trotz vielfältiger Bemühungen noch nicht durchgesetzt hat.

### Zielsetzung und Fragestellung

Ziel des Projekts ist es, empirisch abgesicherte Kriterien zur Anpassung von Arbeitsaufträgen im Rahmen von Schülerlabortätigkeiten zu formulieren. Dies soll dazu beitragen, dass Schülerinnen und Schülern mit kognitiven Beeinträchtigungen im Schülerlabor die Möglichkeit gegeben werden kann, die gestellten Aufgaben selbstständig zu erarbeiten.

Zur Umsetzung des Ziels wurden zunächst Aufgaben ausgewählt, diese dann anhand theoretischer Überlegungen angepasst und schließlich praktisch erprobt sowie evaluiert. Die Pilotstudie wurde mit einer Klasse aus einer Schule mit dem Förderschwerpunkt Geistige Entwicklung durchgeführt. Mit dieser Pilotstudie verknüpfte Fragen waren:

- 1) Finden sich konkrete Hinweise darauf, dass einzelne Vereinfachungsüberlegungen wirksam sind?
- 2) Welche Barrieren zur selbstständigen Bewältigung der Aufgaben lassen sich identifizieren?

Nachfolgend wird das methodische Vorgehen der Pilotstudie näher beschrieben.

### Methodisches Vorgehen

Das methodische Vorgehen gliedert sich in zwei Phasen: Theoretische Überlegungen zur Auswahl und Anpassung der Aufgaben (Wahl der Aufgaben, Anpassung der Materialien, Revision der Anpassung) und Praktische Erprobung innerhalb der Pilotstudie.

#### Theoretische Überlegungen zur Auswahl und Anpassung der Aufgaben

Der immer weiter fortschreitenden Leistungsheterogenität der Lerngruppen zu begegnen ist eine umfassende Aufgabe. Ein erster Ansatzpunkt besteht darin, für alle Schülerinnen und Schüler adäquate Zugänge zu den jeweils zu bearbeitenden Inhalten zu ermöglichen. Dazu sind Lernumgebungen zu entwickeln, die einen produktiven Umgang mit der Heterogenität initiieren. Gerade in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern bieten sich hier Aufgabenstellungen an, die anhand von gegenständlichen Materialien und ggf. Simulationen bearbeitet werden können. So finden die Schülerinnen und Schüler im Experimentieren, also dem Hantieren mit den Materialien und ggf. Simulationen, potentiell leichter einen Zugang zu den fachinhaltlichen Phänomenen. Beim Lösen der Aufgaben durchlaufen Schülerinnen und Schüler den Weg zur „Logik der Erkenntnisgewinnung“. Dieser erfolgt im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht stufenweise und in Teilschritten, beginnend beim Beobachten, über das Kategorisieren, Variieren und Darstellen bis hin zum Begründen der Beobachtung.

#### Auswahl geeigneter Aufgaben

Die Motivationen für die Pilotstudie ist es, Schülerlabore für Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf zugänglicher zu machen und vor allem Schwerpunktschulen, also Schulen in deren Klassen Jugendliche mit und ohne einem Förderbedarf gemeinsam unterrichtet werden, perspektivisch den Besuch von Schülerlaboren zu ermöglichen. Zunächst mussten sowohl für das Mathematik-Labor als auch für die Nawi-Werkstatt Aufgaben mit Anpassungspotential ausgewählt werden. Bei den Überlegungen waren vor allem die Kompetenzen der Schülerschaft im

Förderschwerpunkt Geistige Entwicklung (vgl. Dworschak, Kannevischer, Ratz & Wagner, 2012) und die Möglichkeit einer möglichst handelnden Aufgabenbearbeitung leitend. Auf Basis der Analyse der bestehenden Aufgaben und Stationen wurde im Bereich der Nawi-Werkstatt ein Versuch zur Gefrierpunktniedrigung durch die Zugabe von Salz (Experiment „Winterdienst“) und für das Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“ verschiedene Aufgaben zur Ausbildung von Grundvorstellungen zu Bruchzahlen ausgewählt (Station „Mathematik und Kunst“). Für die Auswahl in Mathematik war zudem entscheidend, dass viele der im Rahmen dieser Station zu bearbeitenden Aufgaben mit Hilfe von grundlegenden mathematischen Strategien (1 zu 1 Zuordnung, zählen, ordnen nach Eigenschaften, direkter Vergleich von Flächeninhalten geometrischer Figuren) bewältigt werden konnten.

#### Vereinfachung der Arbeitsaufträge auf theoretischer Basis

Zunächst wurden für die gewählten Aufgaben vereinfachte Arbeitsaufträge und Aufgaben erstellt. Folgende Grundüberlegungen waren dabei leitend:

- **Textvereinfachung**

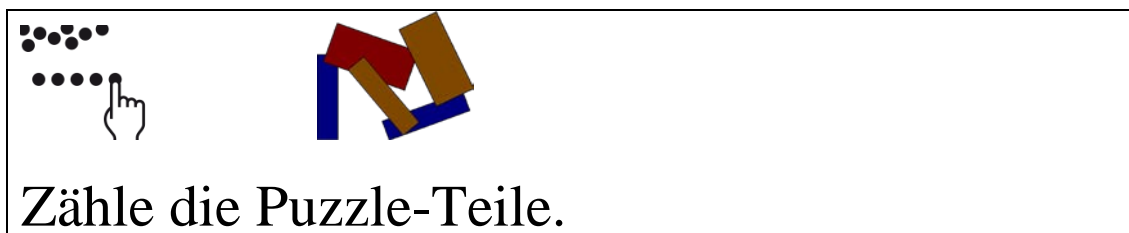
Arbeitsaufträge wurden unter Berücksichtigung einzelner Regeln Leichter Sprache vom Netzwerk Leichte Sprache (2013) vereinfacht. Zentral waren dabei Überlegungen auf Wortebene (Nutzung konstanter Wörter, einfache und bekannte Wörter, Verzicht auf Fachbegriffe etc.), Satzebene (einfache Syntax, Längenbegrenzung) und bei der schriftlichen Gestaltung (leicht lesbare Schriftarten). Zur Überprüfung des Vereinfachungsprozesses wurde der Lesbarkeitsindex nach Björnsson berechnet. Als Tool wurde die Online-Version auf der Internetseite Psychometrica (<http://www.psychometrica.de/lix.html>) genutzt. Mit Hilfe des Index lässt sich die Lesbarkeit in fünf Stufen von „sehr niedrig“ bis „sehr hoch“ bestimmen. Die Textschwierigkeit der Erklärungen und Arbeitsanweisungen der Ausgangsaufgaben im Bereich der Nawi-Werkstatt lag bei 40,57 LIX (niedrige Textschwierigkeit) bei einer durchschnittlichen Satzlänge von 10 Wörtern, für die Aufgaben im Mathematik-Labor bei 44,15 LIX (niedrige Textschwierigkeit) mit einer durchschnittlichen Satzlänge von 11 Wörtern.

- **Verknüpfung von (Bild-)Symbol und Text**

Die Forschungslage inwieweit Bildsymbole bzw. Piktogramme das Textverständnis erleichtern ist wenig umfänglich, nicht eindeutig und wird von vielen Faktoren beeinflusst. Poncelas und Murphy (2007) fanden heraus, dass das Hinzufügen von Symbolen nicht automatisch das Textverständnis verbessert. Ihr Ausgangstext war ein politisches Manifest, das sie sprachlich vereinfachten und in einer zweiten Version mit Symbolen für wichtige Schlüsselwörter ergänzten. Das Verständnis der vereinfachten Textversion wurde anschließend mit der symbolgestützten Version verglichen. Es ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Formen (vgl. ebd., S. 471). Eine der Erklärungen für dieses Ergebnis war, dass auch die Bedeutung piktografischer Symbole erlernt werden muss. Dies gilt vor allem dann, wenn diese nicht offensichtlich ist (vgl. ebd., S. 473). Hingegen konnten Jones, Long und Finlay (2007) nachweisen, dass bei erwachsenen Personen mit einer kognitiven Beeinträchtigung das Leseverständnis bei Texten mit Symbolen leicht höher ist als in der reinen Textform. Ihre textliche Ausgangsbasis waren Teile eines Lesetests. Insbesondere Teilnehmer mit geringeren Lesekompetenzen profitierten von der symbolgestützten Version (vgl. ebd., S. 579).



Da Handlungen und Gegenstände innerhalb der, für diesen Pilotversuch gewählten Aufgaben relativ konkret und gut darstellbar sind, scheint vor dem Hintergrund der bisherigen Studien die Nutzung einer Text-Symbolkombination sinnvoll. In diesem Zusammenhang stellt sich auch die Frage nach der Art der Verknüpfung von piktografischem Symbol und Text. Wir haben uns für eine im Wesentlichen textunterstützende Methode entschieden. Grundsätzlich gibt es verschiedene Möglichkeiten: Nur tätigkeitsbeschreibende Wörter (Verben) werden mit einem Symbol versehen (z. B. Eine Frau *kauft* gerade Tomaten ein), alle für das Verständnis wichtigen Schlüsselwörter werden mit einem Symbol versehen (z. B. Eine *Frau* *kauft* gerade *Tomaten* ein) oder die Verwendung einer Art Symbolschrift, die jedes Wort mit einem entsprechenden Symbol versieht (z. B. *Die Frau kauft gerade Tomaten ein*). In der Studie haben wir uns analog zu den Forschungen von Jones, Long und Finlay (2007) für die Symbolisierung von für das Verständnis wichtigen Schlüsselwörter entschieden, um Aufgaben nicht mit Symbolen zu überladen. Die Symbole wurden jeweils oberhalb des entsprechenden Worts platziert (vgl. Abbildung 1). Zudem wurden vereinzelt Verknüpfungen vorgenommen, also zwei Informationen in einem Symbol kombiniert (z. B. Tropfe mit der Pipette...).



**Abbildung 1:** Symbolgestütztes Textbeispiel (Metacom-Symbol für „zählen“ (Kitzinger, 2015) und eigenes Symbol für „Puzzle-Teile“).

- **Zahl der Informationen**

Für die Durchführung bzw. die Umsetzung von Aufgaben und Experimenten in die Handlungsebene müssen Informationen im Gedächtnis behalten werden. Es ist daher sinnvoll, nicht zu viele Informationen auf einmal darzustellen. Allerdings besteht die Frage, wie viele Informationen pro Zeile sinnvoll sind. In Anwenderkontexten innerhalb anderer Fachrichtungen z. B. in der Usability-Forschung zur Gestaltung von Nutzeroberflächen für Computer wird hier gerne auf Grundlagenexperimente zum Gedächtnis zurückgegriffen. Daraus wurde die sogenannte 7 +/- 2 Regel abgeleitet. Die meisten Personen können sich 7 +/- 2 Informationseinheiten merken (vgl. Dix, 1998, S. 28 f.; Niegemann, Domagk, Hessel, Hein, Hupfer & Zobel, 2008, S. 43). Gerade Schülerinnen und Schüler mit kognitiven Beeinträchtigungen haben aufgrund möglicher Einschränkungen kognitiver Verarbeitungsprozesse hier zum Teil weniger Kapazität zur Verfügung (vgl. Sarimski, 2003, S. 46 f.). Die Zahl an Informationen pro Zeile sollte daher auf ein Minimum reduziert werden. Dennoch waren bei einzelnen Schritten im Bereich des Versuchs zur Schmelzpunktverschiebung fünf (z. B. *Tropfe* (1) mit der *Pipette* (2) *wenig* (3) *Wasser* (4) auf das *Papier* (5), im Bereich der Aufgaben zu Bruchzahlen bis zu sieben Informationen (z. B. *Male* (1) die *gelben* (2) *Puzzleteile* (3) aus *Quadrat* (4) *E* (5) in das *linke* (6) *Quadrat* (7)) pro Satz vorhanden.

- **Visualisierung und Layout**

Bei der Gestaltung der Arbeitsaufträge und dem Layout wurde versucht, möglichst viele grundlegende gestaltpsychologische Aspekte (z. B. Figur-Grund-Kontrast, Nähe, Einfachheit) zu beachten (vgl. Pfeifer, Lutz & Bader, 2002, S. 302 ff.). Zudem waren die Aufgabenblätter so konzipiert, dass zwischen den einzelnen Textzeilen mindestens eine

komplette Leerzeile Abstand zur nächsten Anweisung war. Zusätzlich wurden zusammengehörige Inhalte (Material, Versuchsanleitung, einzelne Aufgaben) mit einem Rahmen versehen, um sie von anderen Bereichen oder der nächsten Aufgabe abzutrennen.

### Revision

Die so veränderten Arbeitsaufträge wurden einer Revision unterzogen, bevor sie in der Pilotstudie zum Einsatz kamen. Der endgültige Lesbarkeitsindex der Aufgaben lag bei 27,7 LIX (sehr niedrige Textschwierigkeit) bei einer durchschnittlichen Satzlänge von sechs Wörtern für den Versuch der Gefrierpunkterniedrigung in der Nawi-Werkstatt und bei 37,68 LIX (niedrige Textschwierigkeit) mit einer durchschnittlichen Satzlänge von sieben Wörtern für die Aufgaben zu Bruchzahlen im Mathematik-Labor.

### Praktische Erprobung innerhalb der Pilotstudie

#### Setting

An der Pilotstudie nahmen sieben Schülerinnen und Schüler (n = 6 (m); n = 1 (w)) einer Oberstufe der Schule mit dem Förderschwerpunkt Geistige Entwicklung teil. Die Klasse wurde ausgewählt, weil sechs der sieben Schülerinnen und Schüler über die erforderliche Lesekompetenz für die vereinfachten Arbeitsaufträge verfügten. Den Begriff Lesekompetenz verstehen wir mit Schneider (2008, S. 134) als aus den Komponenten Lesefertigkeit und Leseverständnis zusammengesetzt. Sechs Jugendliche aus der Untersuchungsgruppe verfügten bei unterschiedlichem Lesetempo über eine ausreichende Lesefertigkeit, um neue Texte zu erlesen. Bei einem Schüler war diese nicht sicher feststellbar. Da die Lesefertigkeit alleine kein Textverständnis ermöglicht, ist es erforderlich, für das Leseverständnis relevante Merkmale (Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2007) der Probanden zu beachten. Auch hier zeigten sich, wie in Tabelle 2 dargestellt, günstige Ausgangsbedingungen bei der ausgewählten Klasse.

**Tabelle 2:** Ausprägung von Wirkmerkmalen des Textverstehens in der Untersuchungsgruppe im Hinblick auf die vereinfachten Arbeitsaufträge

Wirkmerkmale des Textverstehens	Ausprägung von Wirkmerkmalen in der Klasse
<b>Vorwissen</b>	Schülerlabore als Lernort, Schülerexperimente als Methode vertraut, Arbeitsmaterialien z. T. bekannt, Inhalte (Gefrierpunkterniedrigung und Grundvorstellung Bruchzahlen) neu
<b>Wortschatz</b>	Da Fremdwörter und Fachbegriffe bei den vereinfachten Arbeitsaufträgen weitestgehend ersetzt wurden, ist von einem ausreichenden Wortschatz auszugehen.
<b>Motivation</b>	Bekundetes Interesse an Experimenten und dem Unterricht in den Schülerlaboren der Universität in Landau
<b>Kenntnis von Textsorten</b>	Gebrauchsanleitungen und Anleitungen für Experimente sind den Schülerinnen und Schülern vertraut.
<b>Lesestrategisch relevante Kompetenzen</b>	Bilder und Piktogramme sind als Informationsträger bekannt

Die Gruppe wurde aufgeteilt. Die eine Hälfte (n = 3) bearbeitete zunächst die Aufgaben im Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“, die andere (n = 4) war in der Nawi-Werkstatt aktiv. Anschließend wurde gewechselt. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer arbeiteten zumeist in Kleingruppen von zwei Personen, eine Aufgabe musste aufgrund der ungeraden Anzahl durch jeweils einen einzelnen Probanden durchgeführt werden. Die Zusammenstellung der Teams wurde variiert, um eine möglichst große Bandbreite an

Konstellationen zu erfassen. Dies war erforderlich, um zu vermeiden, dass Schwierigkeiten mit den Arbeitsaufträgen, eventuell durch Kompensationsleistung der Gruppenpartnerin oder -partner (etwa sehr guter Leser), nicht aufgedeckt werden konnten. Die Bearbeitung der Aufgaben wurde videografiert. Die Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler wurden frontal von schräg oben gefilmt, um Material und Schülerhandeln gut beobachten zu können. Insgesamt wurden sieben Situationen mit einer Länge zwischen 10:07 min (Nawi Gruppe 2) und 1h 04:10 min (ML Gruppe 1) aufgezeichnet (Aufgrund eines Aufnahmefehlers konnte eine Situation innerhalb der Nawi-Werkstatt nicht ausgewertet werden). In jedem Setting war jeweils ein Sonderpädagoge zur teilnehmenden Beobachtung anwesend. Fragen der Schülerinnen und Schüler wurden durch die Fachpersonen aus den beteiligten Schülerlaboren (Mathematik- bzw. Chemiedidaktiker) betreut, um eine möglichst authentische Situation zu schaffen.

### Analysemethodik

Die Analyse orientierte sich an den Fragestellungen. Zunächst geht es um die Wirksamkeit der Vereinfachungsüberlegungen. Hierzu wurden Situationen identifiziert, in denen die Schüler explizit wahrnehmbar auf eine Komponente der Vereinfachung zurückgriffen (z. B. Nutzung eines Bildsymbols anstelle des Texts). In einem zweiten Schritt wurde versucht, Barrieren bei der Bewältigung der Aufgaben zu entdecken. Innerhalb der Videos wurden die Situationen codiert, in denen die Schülerinnen und Schüler die Anweisungen oder Arbeitsaufträge nicht verstehen und ihre selbstständige Arbeit daher unterbrechen mussten. Bei den so identifizierten Sequenzen wurde schließlich offen der Grund für die nicht eigenständige Bearbeitung codiert und ähnliche Probleme in größere Einheiten zusammengefasst. Die Codierung bzw. Interpretation aller in der Auswertung exemplarisch als Beleg herangezogenen Szenen wurden durch zwei Rater bestätigt. Uneinigkeiten in der Einschätzung wurden diskursiv geklärt. Sofern keine Einigung erzielt werden konnte, wurde die Szene nicht für die Ergebnisdarstellung genutzt. Ergänzt und verdichtet wird die nachfolgende Auswertung durch die Notizen und Erfahrungen aus der teilnehmenden Beobachtung.

### Ergebnisse – Wirksamkeit der Vereinfachung

Da es keine Vergleichsuntersuchung gibt, ist es nicht möglich, die Wirksamkeit für alle Elemente der Vereinfachung nachzuweisen. Dennoch finden sich innerhalb der Beobachtungen und Videoaufnahmen Indizien dafür, dass einzelne Überlegungen der Vereinfachung wirksam sind. Dies betrifft (1) die Zahl der Handlungsanweisungen, (2) die unterstützenden Symbole sowie (3) die Elemente des Layouts der Arbeitsaufträge.

#### Zahl der Handlungsanweisungen

Innerhalb der Nawi-Werkstatt konnten alle Schülergruppen die Zahl der Informationen pro Satz erfassen und in Handlung umsetzen. Zwei Gruppen gelangten so zum intendierten und beobachtbaren Ergebnis des Versuchs (vgl. Nawi Gruppe 1, 17:38; Nawi Gruppe 3, 08:40). Gruppe 2 gab in beide, mit Eis gefüllten Teelichtgehäuse Salz und konnte so den Temperaturvergleich mit und ohne Salz zum Erkennen der Gefrierpunktniedrigung nicht anstellen (vgl. 04:10). Insgesamt zeigten sich auch in der Bearbeitung des Versuchs in der Nawi-Werkstatt kleinere Probleme, die im Bereich der Barrieren noch näher analysiert werden. Im Bereich des Mathematik-Labors konnten einfache Handlungsanweisungen umgesetzt werden, beispielsweise „Umrande die fünf gleich großen Quadrate“ (ML Gruppe 1, 02:16) oder „Zähle die Puzzle-Teile“ (ML Gruppe 1, 10:17). Die Schülerinnen und Schüler waren aber bei einzelnen komplexeren



Aufgaben auf starke Unterstützung durch die anwesenden Mitarbeiter angewiesen (siehe auch Barrieren).

### Unterstützende Symbole

Die verwendeten Symbole halfen bei der Identifikation des Materials, etwa durch den direkten Abgleich des Aussehens der Gegenstände mit den Symbolen, die zur Verdeutlichung des Materials abgebildet sind (vgl. „Teelöffel“ – Nawi Gruppe 1, 03:25). Sie unterstützten auch die Identifikation von Objekten, die innerhalb der Anleitung für die Schülerinnen und Schüler mit ihnen unbekanntem Begriffen wie etwa „Schablone“ (vgl. ML Gruppe 2, 06:31; ML Gruppe 3, 07:40) oder „Pipette“ (Nawi Gruppe 1, 09:41) umschrieben wurden. Gleichzeitig erleichterten die Symbole die Orientierung innerhalb des Arbeitsauftrags, zum Beispiel durch die Identifikation des Symbols für Video (Laptopsymbol) zur Orientierung (ML Gruppe 4, 23:11) oder die Handlungsanweisungen zur Nutzung der Kopfhörer für die Videoanimation am Laptop (ML Gruppe 2, 10:40). Auch der Wechsel des Arbeitsgegenstands (Arbeitsblatt zu Laptop) wurde durch die verwendeten Piktogramme vereinfacht (ML Gruppe 2, 15:06).

### Elemente des Layouts

Der große Zeilenabstand erleichterte das Lesen und die Sequenzierung der einzelnen Arbeitsschritte. Es blieb Platz für Finger oder den Stift als Lesehilfe (vgl. Nawi Gruppe 3, 03:31; ML Gruppe 2, 05:55; ML Gruppe 3, 15:00). Des Weiteren bot der große Abstand zwischen den einzelnen Handlungsschritten eine gute Orientierung auf dem Arbeitsblatt. So wurden jeweils, der augenblicklichen Aktivität nachfolgende, Aufgaben in der nächsten Zeile leicht gefunden (vgl. ML Gruppe 4, 17:33).

### Ergebnisse – Identifizierte Barrieren

Durch die Auswertung der Videos konnten Barrieren identifiziert werden, die eine selbstständige Bearbeitung der Versuchsanleitung bzw. der Arbeitsaufträge erschwerten oder verhinderten. Probleme entstanden bei unzureichender Korrespondenz zwischen Symbol und dem Objekt, bei unzureichender Korrespondenz zwischen dem Symbol und der Handlung, durch den Anspruch der Aufgaben, durch fehlende Möglichkeiten der Informationsdokumentation und durch nicht aufgabenrelevantes Material.

#### Unzureichende Korrespondenz zwischen Symbol und Objekt

Schülerinnen und Schüler hatten Schwierigkeiten bei der selbstständigen Bewältigung der Aufgaben, wenn die auf dem Aufgabenblatt genutzten Symbole eine unzureichende Korrespondenz zu den tatsächlichen Objekten hatten. So wurde Wasser innerhalb der Versuchsanleitung durch die Wasserleitung symbolisiert. Die Schülerinnen und Schüler hatten in ihrem Material aber Wasser in einem Becher. Durch die fehlende Beschriftung bzw. Bebilderung des Bechers kam es zu Unklarheiten (Nawi Gruppe 3, 02:18) und Problemen in der Handlungsumsetzung (Nawi Gruppe 1, 06:58). Dadurch entstand die Notwendigkeit, sich bei der anwesenden Mitarbeiterin zu versichern (Nawi Gruppe 1, 08:12). Wurden nicht näher bestimmte Begriffe benutzt (wenig, ein bisschen etc.), führte dies zu Unklarheiten, auch wenn der Auftrag an sich verstanden wurde (z. B. „fülle *wenig* Wasser in das Becherglas“ (Nawi Gruppe 1, 08:26; Nawi Gruppe 2, 01:23) oder „Tropfe mit der Pipette *wenig* Wasser...“ (Nawi Gruppe 1, 10:20).

### Unzureichende Korrespondenz zwischen Symbol und Handlung

Verwendete Symbole müssen für die jeweilige Handlung exakte Beschreibungen sein. Die Orientierung in der Aufgabe erfolgte auch stark an den Piktogrammen, insbesondere wenn die schriftliche Anweisung keine genauen Informationen lieferten. Die wortbegleitenden Abbildungen wurden dann als entscheidungsbestimmende Information genutzt. So führte die Abbildung des *Auftropfens* von wenig Wasser durch die Visualisierung von zwei Tropfen in der symbolischen Darstellung dazu, dass angenommen wurde, man solle genau zwei Tropfen („Übersetzung“ von *wenig*) auf die Unterlage geben (vgl. Nawi Gruppe 1, 10:09, 11:42). Auch die Visualisierung des Satzes „Versuche die Teelichtgehäuse *anzuheben*“ (symbolisiert durch eine Hand über dem Gehäuse) war nicht eindeutig genug (vgl. Nawi Gruppe 3, 08:28), da die eigentliche Handlung „nach oben heben“ nicht ausreichend aus der piktografischen Darstellung erschlossen werden konnte.

### Anspruch der Aufgaben

Grundsätzlich hat sich gezeigt, dass die Schülerinnen und Schüler im Mathematik-Labor deutlich mehr Schwierigkeiten bei der selbstständigen Umsetzung der Arbeitsaufträge hatten. Insgesamt war eine stärkere Unterstützung durch die dortigen Mitarbeiter notwendig, als dies in der Nawi-Werkstatt der Fall war. Ein Grund hierfür lag sicherlich im unterschiedlichen Anspruch und Aufbau der Aufgaben. Für die Umsetzung der Aufgabe und damit zur Produktion eines beobachtbaren Ergebnisses reichte es in der Nawi-Werkstatt zunächst aus, die Versuchsanweisung zu verstehen und in Handlung umzusetzen. Der Anspruch der mathematischen Aufgaben ging über das reine Textverständnis hinaus, da Aufgaben die Erarbeitung und Dokumentation von Ergebnissen und somit auch eine höhere kognitive Aktivität erforderten (z. B. die Verschriftung von Bruchzahlen (vgl. ML Gruppe 1, 32:59) oder der Vergleich von Bruchteilen (vgl. ML Gruppe 1, 37:11)).

### Fehlende Möglichkeit der Informationsdokumentation

Sollen Messungen oder Beobachtungen durchgeführt werden, brauchen die Schülerinnen und Schüler eine Möglichkeit der Dokumentation ihrer Ergebnisse. Dies war im Mathematik-Labor bei den Aufgaben gegeben, was im Nachhinein einen Überblick über die Lösungen der Schülerinnen und Schüler ermöglichte. Beim Temperaturvergleich von Eis mit und ohne Salz zur Feststellung der Gefrierpunktniedrigung in der Nawi-Werkstatt war dies nicht der Fall, was diesen Arbeitsschritt für die Schülerinnen und Schüler schwierig machte (Nawi Gruppe 2, 08:38; Nawi Gruppe 3, 06:59). Aus den Aufzeichnungen und Beobachtungen lässt sich so nicht mehr feststellen, was das Ergebnis der individuellen Messungen war und inwieweit die Schülerinnen und Schüler die Bedeutung dieses Messvorgangs verstanden haben.

### Nicht aufgabenrelevantes Material

Material hat einen hohen Aufforderungscharakter. Dies kann sich negativ in Bezug auf die Bearbeitung von Arbeitsaufträgen auswirken. Zu Beginn der Sitzung im Mathematik-Labor waren bereits alle notwendigen Materialien (Puzzleteile, Schablone etc.) auf dem Arbeitsplatz verfügbar. Eine Schülergruppe orientierte sich zunächst nicht am Arbeitsheft, sondern sofort am Material. Sie machten das, was ihnen offensichtlich erschien (das Auslegen eines Puzzles mit den Puzzleteilen), obwohl dies in der Aufgabe nicht gefordert war (vgl. ML Gruppe 4, 02:16).

## Zusammenfassung

Die im Pilotversuch mit der Schülergruppe gewonnenen Erkenntnisse lassen sich sicher nicht auf alle Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf übertragen. Dennoch liefern die Analysen der Szenen wichtige Erkenntnisse für die Gestaltung von Aufgaben zur selbstständigen Bearbeitung. Die gewählte Vereinfachung mit den textunterstützenden Symbolen ist dann wirksam, wenn die Korrespondenz zwischen der symbolischen Abbildung und dem Realgegenstand oder der Handlung hoch bzw. deckungsgleich ist. In diesem Fall erleichtern die Symbole das Textverständnis und helfen auch Unklarheiten in der Begriffsbedeutung einzelner Worte zu überwinden. Ist diese Korrespondenz nicht gegeben, entstehen Schwierigkeiten. Dies zeigt sich vor allem dann, wenn die Symbole die Handlung nur unzureichend klar darstellen (z. B. unpräzises Symbol für „anheben“), wenn sie im Vergleich zum eigentlich vorhandenen Gegenstand widersprüchlich sind (Symbol für Wasser auf dem Blatt: Wasserhahn, zur Verfügung gestellter Gegenstand: Wasserflasche) oder wenn sie eine vermeintliche Präzisierung eines im Text unbestimmten Begriffs sind (Übersetzung von *wenig* mit zwei Tropfen, da diese im Symbol für „pipettieren“ zu sehen sind). Die gewählte Zahl der maximalen Informationseinheiten schien für die Schülerinnen und Schüler bewältigbar und konnte durch die weitestgehend gelungene Umsetzung des Versuchs im Nawi-Labor und innerhalb einzelner Aufgaben im Mathematik-Labor belegt werden. Trotz der relativ guten Lesekompetenz hat sich auch das Layout mit entsprechenden Leerzeilen als hilfreich für den Leseprozess und die Orientierung auf dem Arbeitsblatt erwiesen.

Ein an sich positiv zu bewertender, hoher Aufforderungscharakter des Materials kann sich in Bezug auf bestimmte Aufgaben auch negativ auswirken, indem die Schülerinnen und Schüler das tun, was sie meinen, was sie tun sollen, ohne sich darüber zu informieren, was die eigentliche Aufgabe ist. Dem lässt sich allerdings leicht entgegenwirken, indem man Material nur für die jeweilige Aufgabe zur Verfügung stellt oder vorbereiten lässt.

## Diskussion

Ziel dieser Pilotuntersuchung war es, erste Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie auch im Schülerlabor Kindern und Jugendlichen mit sonderpädagogischem Förderbedarf die Möglichkeit gegeben werden kann, die gestellten Aufgaben selbstständig zu erarbeiten. Die hier dargelegten Überlegungen bilden einen ersten Schritt für Schülerinnen und Schüler, die über grundsätzliche Kompetenzen im Bereich des Lesens verfügen und in ihrer Motorik und Wahrnehmung nicht weiter eingeschränkt sind. Die angestellten Vereinfachungsüberlegungen haben sich für diese Gruppe als in vielen Bereichen belegbar wirksam erwiesen. Dabei darf nicht unerwähnt bleiben, dass die reine Durchführung und gelungene Umsetzung von Arbeitsaufträgen (wie etwa in der Nawi-Werkstatt) noch keine Aussage darüber zulässt, inwieweit das zu Grunde liegende Phänomen tatsächlich verstanden oder auch reflektiert wurde. Dies konnte im Rahmen dieses Pilotversuchs auch nicht geleistet, darf aber insgesamt nicht aus dem Blick verloren werden. Fakt ist, dass es durch die Anpassung der Materialien einer Schülergruppe ermöglicht wurde, sich in der Nawi-Werkstatt fast vollkommen eigenständig und innerhalb des Mathematik-Labors in einzelnen Bereichen selbstständig mit Phänomenen und Aufgaben auseinanderzusetzen. Allerdings ist die Gestaltung des Materials mit zahlreichen Schwierigkeiten versehen, die eine praktische Realisierung erschweren oder sogar verhindern. So gibt es zum Beispiel für bestimmte fachspezifische Inhalte im naturwissenschaftlichen oder mathematischen Bereich keine oder nicht immer passende Symbole innerhalb gängiger Symbolsysteme (z. B. Makaton, Metacom, PCS, Sclera-Symbol Set). Hier bleibt oft nur die Alternative auch weniger geeignete

Darstellungen zu verwenden oder eigene Piktogramme für bestimmte Inhalte zu erstellen. Gleichzeitig setzt diese Art der Vereinfachung ein bestimmtes Maß an Lesefertigkeit voraus. Um Schülerlabore tatsächlich inklusiv zu gestalten, müssen auch noch weitergehende Modifikationen entwickelt werden, die es ermöglichen, Versuchsanleitungen und Aufgaben auch komplett ohne die Verwendung von Schriftsprache entweder durch rein piktografische (vgl. auch Krauß & Woest, 2013) oder durch fotografische Abbildungen zugänglich zu machen. Zudem müssten weitere spezifische Ausgangsbedingungen der Schülerinnen und Schüler beachtet werden (z. B. in den Bereichen Motorik und Wahrnehmung). Eine Umsetzung dieser Forderungen ist nur durch eine enge Kooperation zwischen verschiedenen Disziplinen (Fachdidaktik, Sonderpädagogik, Psychologie) erreichbar. Der dargestellte Pilotversuch ist daher nur ein Anfang. Es ist ein erster Schritt in eine systematische Gestaltung und Untersuchung von verschiedenen Lernmaterialien, die gemeinsames Arbeiten und Lernen unterschiedlicher Gruppen in Schülerlaboren ermöglicht.

### Literaturverzeichnis

- Baum, S., Roth, J. & Oechsler, R. (2013). Schülerlabore Mathematik – Außerschulische Lernstandorte zum intentionalen mathematischen Lernen. *MU*, 59 (5), S. 4–11.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.). (2007). *Bildungsforschung. Band 17: Förderung von Lesekompetenz – Expertise*. Bonn.
- Dix, A. (1998). *Human-computer interaction* (2. Aufl.). London: Prentice Hall Europe.
- Dühlmeier, B. (Hrsg.) (2008). *Außerschulische Lernorte in der Grundschule*. Hohengehren.
- Dworschak, W., Kannewischer, S., Ratz, C. & Wagner, M. (Hrsg.). (2012). *Schülerschaft mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung (SFGE). Eine empirische Studie*. Oberhausen: Athena-Verlag.
- Haupt, O.J., Domjahn, J., Martin, U., Skiebe-Corrette, P., Vorst, S., Zehren, W. & Hempelmann, R. (2013). *Schülerlabor – Begriffsschärfung und Kategorisierung*. MNU, 66 (6), S. 324–330
- Herbart, J.-F. (1843). J.F. Herbart's kleinere philosophische Schriften und Abhandlungen nebst dessen wissenschaftlichem Nachlasse. In G. Hartenstein (Hrsg.), Titel, (S. – ). Leipzig: Brockhaus
- Jones, F. W., Long, K. & Finlay, W. M. L. (2007). Symbols can improve the reading comprehension of adults with learning disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51 (7), S. 545–550.
- Kitzinger, A. (2015). *METACOM 7. Symbolsystem zur Unterstützten Kommunikation*. Oeversee.
- Krauß, R. & Woest, V. (2013). Naturwissenschaft am Förderzentrum. In S. Bernholt (Hrsg.), *Inquiry-based Learning – Forschendes Lernen: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Hannover 2012* (S. 101–103). Kiel: IPN.
- Nave, K. H. (1961). *Die allgemeine deutsche Grundschule – ihre Entstehung aus der Novemberrevolution von 1918*. Weinheim: Beltz.
- Netzwerk Leichte Sprache. (2013). Die Regeln für Leichte Sprache. Verfügbar unter [http://www.leichtesprache.org/downloads/Regeln\\_fuer\\_Leichte\\_Sprache.pdf](http://www.leichtesprache.org/downloads/Regeln_fuer_Leichte_Sprache.pdf) [02.06.2016]

- Niegemann, H. M., Domagk, S., Hessel, S., Hein, A., Hupfer, M. & Zobel, A. (2008). *Kompendium Multimediales Lernen*. Berlin: Springer.
- Pfeifer, P., Lutz, B. & Bader, H. J. (2002). *Konkrete Fachdidaktik Chemie (3. Aufl.)*. München: Oldenbourg.
- Poncelas, A. & Murphy, G. (2007). Accessible Information for People with Intellectual Disabilities: Do Symbols Really Help? *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 20 (5), S. 466–474.
- Ratz, C. (Hrsg.). (2011). *Unterricht im Förderschwerpunkt geistige Entwicklung: Fachorientierung und Inklusion als didaktische Herausforderungen*. Oberhausen: Athena.
- Riegert, J. & Musenberg, O. (Hrsg.) (2015). *Inklusiver Fachunterricht in der Sekundarstufe*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Sarimski, K. (2003). Psychologische Theorien geistiger Behinderung. In G. Neuhäuser & H.-C. Steinhausen (Hrsg.), *Geistige Behinderung* (S. 42–54). Stuttgart: Kohlhammer.
- Sauerborn, P. & Brühne, T. (2009). *Didaktik des außerschulischen Lernens*. Hohengehren: Schneider.

### **Videos**

ML Gruppe 1 – Länge (1:04:10)

ML Gruppe 2 – Länge (56:13)

ML Gruppe 3 – Länge (55:50)

ML Gruppe 4 – Länge (1:02:09)

Nawi Gruppe 1 – Länge (18:49)

Nawi Gruppe 2 – Länge (10:07)

Nawi Gruppe 3 – Länge (10:41)