

Gestaltung von variablenkontrollierten Experimenten für Schülerinnen und Schüler mit Lernbeeinträchtigungen

Larissa Fühner*, Alexander Pusch*

*Institut für Didaktik der Physik
Westfälische Wilhelms-Universität
Wilhelm-Klemm-Str. 10
48149 Münster

larissa.fuehner@uni-muenster.de, alexander.pusch@uni-muenster.de

Kurzfassung

Schülerinnen und Schüler mit Lernbeeinträchtigungen haben es im regulären Physikunterricht meist besonders schwer. Aus der Praxisarbeit von Förderschulen gibt es für diese Lernendengruppen grundlegende Handlungsempfehlungen für die Ausgestaltung von Lernprozessen, die wir im Rahmen eines Lernsettings anwenden und analysieren.

In diesem Beitrag möchten wir ein solches außerschulisches Lernsetting als Best-Practice-Beispiel für Schülerinnen und Schüler mit u.a. Schwierigkeiten beim Lernen oder mit Störungen in der geistigen Entwicklung vorstellen. Wir gehen dabei mit Lernenden unterschiedlicher Förderschwerpunkte experimentell und variablenkontrolliert der Frage nach, von welchen Einflussfaktoren die Wurfweite beim schiefen Wurf abhängt. Wir nennen Probleme von lernbeeinträchtigten Schülerinnen und Schülern bei der experimentellen Erarbeitung physikalischer Sachverhalte und stellen durch Handlungsempfehlungen mögliche Lösungsansätze vor. Diese Kernideen lassen sich auf schulisches Experimentieren übertragen, um Lernenden mit sonderpädagogischer Unterstützung eine bessere Teilhabe und Erarbeitung zu ermöglichen.

1. Warum Experimente mit Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischen Unterstützungsbedarf an der Wasserbombenschleuder?

Physikunterricht zeichnet sich in der Regel durch eine große Handlungsorientierung aus, die es gerade Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischer Unterstützung besonders ermöglichen kann, am gemeinsamen Lernprozess zu partizipieren. Zusätzlich bilden die unterschiedlichen Ebenen des Verstehens physikalischer Fachinhalte auch eine Möglichkeit, gemeinsame, aber zieldifferente Lernprozesse sinnvoll zu gestalten. Am Beispiel des „schiefen Wurfs“ möchten wir zeigen, wie die Prinzipien Handlungsorientierung sowie eine Elementarisierung und Zugang auf unterschiedlichen Ebenen in einem Lernsetting realisiert werden können. Dabei geht es weniger um die Beschreibung des spezifischen Lerninhalts „Schiefer Wurf“, sondern vielmehr darum, allgemeine Handlungsempfehlungen für Lernende mit Lernschwierigkeiten vorzustellen.

Lernbeeinträchtigten Schülerinnen und Schülern haben verschiedene, individuell unterschiedliche Einschränkungen und Schwierigkeiten, es sind vornehmlich:

- Kognitive Einschränkungen
- Motorische Schwierigkeiten
- Sinneseinschränkungen
- Konzentrationsschwierigkeiten

Zudem treten weitere Probleme auf, die häufig auch bei Schülerinnen und Schülern ohne sonderpädagogischen Unterstützungsbedarf zu erkennen sind:

- Fehlende Motivation und Interesse
- Stark eingeschränkte Selbstwirksamkeitserwartung

Das entwickelte Experimentiersetting des schiefen Wurfs an einer Wasserbombenschleuder (Abb.1). soll Möglichkeiten bieten, den besonderen Bedürfnissen der Lernenden gerecht zu werden. Mehr zu dem Lernsetting der Wasserbombenschleuder und der Lerngruppe ist in [1] ausgeführt. In diesem Beitrag fokussieren wir auf die Beschreibung der Umsetzung des variablenkontrollierten Experimentierens mit Hilfe der Arbeitsmaterialien sowie der Ausgestaltung der Experimentierphase.

2. Wie gestaltet man Lernen für Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf?

Aus der Praxisarbeit von Förderschulen gibt es einige grundlegende Handlungsempfehlungen [2]:

1. **Differenzierung** und **Reduktion** zur Verringerung der Komplexität der Unterrichtsinhalte, damit diese greifbarer und besser zu bewältigen sind.

2. Förderung der **Motivation** und Selbstwirksamkeitserwartung als wichtiger Faktor zur Mitarbeit und Erarbeitung der Inhalte.
3. **Handlungsorientierung** als Möglichkeit zur Erarbeitung von Inhalten und gerade in der Physik als Zugang zur Erkenntnis in Experimenten.
4. **Wiederholung** und **Strukturierung** für Sicherheit und Orientierung im Erwerb und unterrichtlichen Handeln.



Abb.1: Experimentieren an der Wasserbombenschleuder [1].

Diese Handlungsempfehlung bilden die Basis sowohl für die Ausgestaltung des gesamten Lernsettings als auch für die Entwicklung der Arbeitsmaterialien (Abb.2) und werden nachfolgend beschrieben.

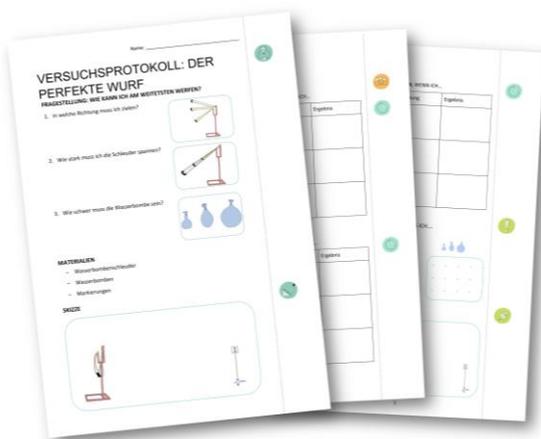


Abb.2: Strukturierung des Experimentierens durch speziell gestaltete Protokolle [3].

3. Umsetzung der Handlungsempfehlungen in den Arbeitsmaterialien und der Experimentierphase

Der „schiefe Wurf“ gehört zu den schwierigeren Themen der Kinematik. Die Fragestellung nach den Einflussvariablen der maximalen Wurfweite ist den

Lernenden aus Ihrer Lebenswelt von sportlichen Aktivitäten wie Basketball oder dem (Weit-)Wurf von Schneebällen und Wasserbomben bekannt. Der Einstieg in die Unterrichtssequenz gestaltet sich anhand der Erläuterung eines Wettbewerbs. Dessen Regeln besagen, dass der Teilnehmer mit dem weitesten Schuss bei nur einem Versuch an der Schleuder gewinnen wird. Das Interesse wird hierdurch geweckt und gleichzeitig eine Problemgenerierung („Wie bekommt man den weitesten Wurf hin?“) ermöglicht.

Durch alle folgenden Arbeitsphasen zieht sich eine eigenständige, haptisch experimentelle Erarbeitung der Fragestellungen und Ergebnisse, welche die **Motivation** zur Mitarbeit positiv beeinflusst.

Differenzierungsmöglichkeiten sind ein weiterer Bestandteil der Handlungsempfehlungen, welche sich ebenfalls durch das gesamte Unterrichts-konzept ziehen: Auf den Arbeitsmaterialien wird ein zieldifferentes und variables Anspruchsniveau angeboten. Im Bereich der Hypothesen- und Ergebnissicherung wird dies beispielsweise durch Anwendung einfacher Daumen-Sticker realisiert (Abb.3). So bieten die Aufkleber eine Differenzierungsmöglichkeit hinsichtlich motorischer Fähigkeiten, wenn Lernende z.B. nicht schreiben können. Weiterhin besteht die Möglichkeit, den alltagsnahen „Daumen hoch“ als Kennzeichnung für die weiteste Wurfvariante zu nehmen. Verschieden gedrehte Daumen (hoch, mittel, runter) ermöglichen auch eine Rangfolge in der Bewertung festzulegen.

3. DIE WASSERBOMBE FLIEGT AM WEITESTEN, WENN ICH...

Gewicht der Wasserbombe	Vermutung	Ergebnis
... eine kleine, leichte Wasserbombe schleudere.		
...eine normale Wasserbombe schleudere.		
...einen großen, schweren Luftballon schleudere.		

Abb.3: Hypothesen- und Ergebnissicherung mittels Daumen-Aufkleber [3].

Lernende mit eingeschränkten Lesefähigkeiten können ebenfalls entlastet werden, indem textthaltige Inhalte zusätzlich grafisch dargestellt werden. Neben den durch Piktogramme visualisierten Arbeitsaufträgen werden auch die einzelnen Wurfparameter grafisch dargestellt (Abb.4).

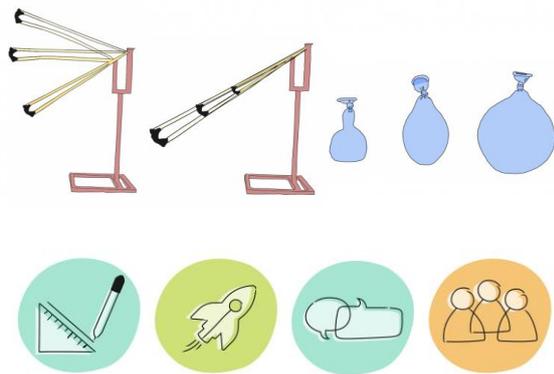


Abb.4: Piktogramme der Materialien (oben) oder z.B. der Aufgabenoperatoren und Sozialform (unten) können Lernenden mit eingeschränkten Lesefähigkeiten helfen [4] & [5].

Durch verschiedenen Arbeitsaufträge an die Lernenden ergeben sich auch Differenzierungsmöglichkeiten an dem konkreten Experiment an der großen Schleuder: Es gibt beispielsweise Aufgaben für Schülerinnen und Schüler, die die Wasserbomben passender Größe aussuchen und anreichen, weiterhin sind mehrere Schülerinnen und Schüler für die Bedienung der Wasserbombenschleuder zuständig. Außerdem gibt es Verantwortliche für die passende Einstellung des Winkels und Lernende, die mit entsprechenden Holzmarkierungen die Wurfweiten markieren.

Eine **Reduktion** kann innerhalb des Lernsettings auf verschiedenen Ebenen realisiert werden. Die Reduktion des Umfangs der zu betrachtenden Variablen ist möglich, indem wie in unserem Beispiel die Messvariable hier auf die Wurfweite eingeschränkt wird. Die zu untersuchenden Einflussgrößen sind dann lediglich die Spannenergie, die Masse und der Wurfwinkel. So muss eine Kontrollstrategie nur für diese drei Variablen genutzt werden.

Anknüpfend an den reduzierten Umfang der Variablen, finden sich auf Ebene des Fachinhaltes weitere Vereinfachungen: Starthöhe, Wind und Taumeln des Flugkörpers werden vernachlässigt. Weitere fachliche Reduktionen gehen mit sprachlichen Reduktionen einher. Die Einflussvariablen werden sprachlich (sowie fachlich) so vereinfacht, dass sie für die Lernenden leicht verständlich werden. Im Experiment wird somit den Fragen nachgegangen:

- Wie stark muss ich an der Wasserbombenschleuder ziehen? (= Spannenergie)
- In welche Richtung muss ich an der Wasserbombenschleuder zielen? (= Abschusswinkel)
- Wie schwer muss die Wasserbombe sein? (= Masse)

Die wiederholenden originaltreuen grafischen Elemente (Abb.4) in Kombination mit dem einfach gehaltenen Text sowie der Nachahmung einzelner

Wurfmöglichkeiten an der Modellschleuder ermöglichen eine vielfältige Reduktion der Transferleistung.

Die Empfehlung für Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischer Unterstützung **handlungsorientierten** Unterricht anzubieten wurde in allen Phasen des Experimentierens integriert. Die Erarbeitungsphase garantiert einen haptischen Zugang über eine kleinere Modellschleuder (Abb. 5). Die zu untersuchenden Variablen können daran handelnd expliziert und ausprobiert werden. Ein weiterer Vorteil der kleinen Modellschleuder liegt in der Kompensation fehlenden Wissens durch intuitives Handeln. Lernende können einfach ihrem Instinkt folgen und so (ohne Vorwissen) an der Hypothesengenerierung teilhaben.



Abb.5: Die kleine Modellschleuder ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, die Variationsmöglichkeiten (Richtung, Spannenergie und Masse) handlungsorientiert zu erarbeiten und diese non-verbal durch Zeigen und Vormachen zu kommunizieren [1].

Die Durchführung der Experimente selber an der großen Schleuder ist per se handlungsorientiert. Durch die unterschiedlichen Aufgaben (s.o.) können alle Lernenden in dieser Phase eingebunden werden.

Die letzte Empfehlung umfasst das **Wiederholen und Ritualisieren**. Besonders die Arbeitsmaterialien kamen dieser Empfehlung zum Tragen. Auf allen Materialien fanden die Schülerinnen und Schüler wiederholende grafische Elemente wieder. Nicht nur die Abbildungen der großen Schleuder ist bewusst sehr nah am Original gehalten. Auch die kleine Modellschleuder wurde bewusst in derselben Optik der großen Schleuder nachgebaut. Grund dafür ist die Minimierung der Transferleistungen. Infolgedessen wurden diese grafischen Elemente (Modellschleuder, große Schleuder, Abbildung der Schleuder) häufig eingebracht und auf dem Arbeitsblatt wiederholt.

Die grafischen Elemente wurden auch in den Erarbeitungsphasen an der Tafel, während des Experiments draußen und in der Auswertungsphase immer wieder angeführt und besprochen.

4. Ausblick

Die entwickelte Lernumgebung wurde bislang mit einer Schülergruppe durchgeführt. Sie wird langfristig mit weiteren Lernenden anderer Förderschwerpunkte sowie auch inklusiven Lerngruppen untersucht. Bei der Weiterentwicklung des Lernsetting samt Arbeitsmaterialien bilden diese fünf Handlungsempfehlungen stets die Basis.

5. Literatur

- [1] Fühner, Larissa & Pusch, Alexander (2019): Wie fliegt eine Wasserbombe am weitesten? Handlungsorientiertes Experimentieren an einer Wasserbombenschleuder. In: Naturwissenschaft im Unterricht Physik, 170, S. 21-25.
- [2] Löser, Rainer (2013): besondere Schüler – Was tun? Rund um den Förderschwerpunkt Lernen. Mühlheim an der Ruhr: Verlag an der Ruhr.
- [3] Aktuelle Arbeitsmaterialien des Projekts: <http://physikkommunizieren.de/inklusion/wasserbombenschleuder/> (Stand: 5/2019)
- [4] Piktogramme: <http://physikkommunizieren.de/unterrichtsmaterialien/vorlagen/> (Stand: 5/2019)
- [5] Fühner, Larissa & Pusch, Alexander (2019): Was macht ein Arbeitsblatt inklusionsspezifisch? Tipps und Hinweise zur Überarbeitung von Arbeitsblättern. In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 170, S.40 – 43.