

Schülervorstellungen zu Fallbewegungen in der Grundschule

Ausgangslage

Der freie Fall ist für die Geschichte der Physik ein bedeutendes Phänomen. Galileo Galilei kam hier durch theoretisches Nachdenken zu neuen Erkenntnissen und machte anschließend dazu Versuche, wobei er die Fallbewegung verlangsamte, indem er eine Kugel eine schiefe Ebene hinunterrollen ließ. Das wird gerne genannt, wenn Galilei als Mitbegründer der naturwissenschaftlichen Methode vorgestellt wird. Des Weiteren sagt eine Legende, dass Newton alle seine Ideen zur Mechanik dadurch bekommen habe, dass ihm ein Apfel auf den Kopf gefallen sei. Tatsächlich hat Newton die universelle Gravitation erkannt, die nicht nur Äpfel zur Erde fallen lässt, sondern auch den Mond in seiner Bahn um die Erde hält. Damit hat er Vorgänge auf der Erde mit kosmischen Bewegungen in Verbindung gebracht.

Physiker bestehen manchmal darauf, dass leichte und schwere Objekte genauso fallen, obwohl das nur bei Abwesenheit von Luft der Fall ist. Schüler*innen denken, dass ein schweres Objekt schneller fällt als ein leichtes, was bei gleicher Größe und Form nur bei Anwesenheit von Luft richtig ist.

Es besteht ein breiter Konsens darüber, dass beim Vermitteln physikalischer Inhalte die Alltagsvorstellungen von Schüler*innen zu einem Thema oder Begriff bekannt sein und in die Unterrichtsplanung einbezogen werden sollten. Für zentrale Themenbereiche und grundlegende Konzepte sind diese Vorstellungen gut untersucht und in Lehrbüchern dokumentiert (Schecker et al., 2018). Für Randbereiche, weiterführende Themen sowie den Sachunterricht in der Grundschule liegen hingegen bislang nur wenige empirische Untersuchungen vor.

Insbesondere astronomische Inhalte stoßen im Sachunterricht der Grundschule auf ein großes Interesse – gemeint sind dabei vor allem Themen wie Sonne, Mond, Erde und das Sonnensystem. Dazu gehört auch, wie Fallbewegungen auf dem Mond oder im Weltall aussehen.

Bisher dokumentierte Vorstellungen

Im Lehrbuch „Schülervorstellungen und Physikunterricht“ (Schecker et al., 2018) wird gleich als eines der ersten Beispiele überhaupt die Vorstellung genannt, dass auf der Erde schwere Körper schneller als leichte fallen (Schecker & Duit, 2018, S.6). Jedoch wird dafür keine Quelle angegeben. Im Kapitel „4 Schülervorstellungen in der Mechanik“ wird diese Vorstellung nicht erneut angesprochen.

Im Kapitel 11.6 dieses Lehrbuchs wird dargelegt, dass Schüler*innen glauben, dass die Schwerkraft nur auf der Erde wirkt, aber nicht im Weltall, wo Objekte schweben (Hopf & Schecker, 2018, S. 237). Die Schwerkraft wirkt entsprechend nicht auf einen Astronauten, der sich in einer Raumstation wie der internationale Raumstation ISS befindet. Eine große amerikanische Studie führt diese Vorstellung, dass es im Weltall keine Gravitation gibt, in der Liste der häufigsten Fehlvorstellungen, die Schüler der Klassenstufen 5 bis 8 in Geowissenschaften haben (Sadler et al., 2009).

Viele Studien untersuchten die Schülervorstellungen zur Gestalt der Erde (Nussbaum & Novak, 1976; Nussbaum, 1979; Nussbaum, 1980; Sneider & Pulos, 1983; Vosniadou & Brewer 1992; Sommer, 2002) und es konnte eine Entwicklungsreihe von Modellvorstellungen gefunden werden. Darin wird u.a. unterschieden, ob Gegenstände im Weltall zum unteren Bildrand

fallen, so dass man nur oben auf der Erdkugel wohnen kann, oder die Anziehungskraft überall auf der Erdkugel zur Erdoberfläche hin geht oder zum Erdmittelpunkt weist. Sommer (2002) kommt zu dem Schluss, dass heute im Gegensatz zu den 1970er Jahren wesentlich mehr Grundschulkindern wissenschaftlich richtige Vorstellungen von der Erde und die Richtung ihrer Anziehungskraft haben. Für sie fallen dann Gegenstände von jedem Punkt über der Erde in Richtung Erdmittelpunkt und nicht zum unteren Rand des Bildes. Fogolin-Kunz (2013) fand aber bei Kindergartenkindern und Drittklässlern durchaus noch die Vorstellung, dass man von der Erde herunter ins Weltall fallen könne. Diese Vorstellung, dass es im Weltraum oben und unten gibt, wird auch im oben genannten Lehrbuch beschrieben (Wodzinski & Wilhelm, 2018).

Die genannten Studien interessieren sich vor allem an Schülervorstellungen zum Weltall, wobei Vorstellungen zu Fallbewegungen meist nur am Rande vorkommen. Dies ist ein Grund, Vorstellungen zu Fallbewegungen genauer zu erheben. Zudem sind nicht alle Vorstellungen gut belegt und Vorstellungen ändern sich auch im Laufe der Zeit. In jedem Fall ist eine Reproduktion von Forschungsergebnissen wünschenswert, da Replikationen von Forschungsstudien zu selten stattfinden.

Vorgehensweise

Im Rahmen einer Staatsexamensarbeit (Liebig, 2024) wurden mithilfe halbstrukturierter Leitfadeninterviews die Vorstellungen von Grundschulkindern zu Fallbewegungen auf der Erde, auf dem Mond und im Weltall untersucht. Die Interviews wurden mit 11 Grundschulkindern (7 Mädchen und 4 Jungen) aus den Klassenstufen eins bis vier durchgeführt (3 mal 1. Jgst., 1 mal 2. Jgst., 4 mal 3. Jgst., 4 mal 4. Jgst.). Der Interviewleitfaden wurde auf Grundlage des Modells von Niebert & Gropengießer (2014) entwickelt.

Im Interview wurden zuerst viele Fragen zu Fallbewegungen im Alltag gestellt, was an einem Stein und einem zusammengeknüllten Papier besprochen wurde, die gleichzeitig aus der gleichen Höhe fallen. Danach wurde ein Bild von der Erdkugel und dem Mond im Weltall gezeigt und gefragt, was passiert, wenn man Dinge auf der anderen, „unteren“ Seite der Erde fallen lässt. Schließlich ging es darum, was passiert, wenn das Experiment im Weltall durchgeführt wird – zwischen Erde und Mond, unterhalb der Erde und auf dem Mond.

Die Auswertung der Interviews erfolgte in Anlehnung an Gropengießer (2008) in drei Schritten: Zunächst wurden sämtliche Interviews transkribiert. Anschließend erfolgte eine Redigierung der Transkripte, bei der sinntragende Aussagen extrahiert, Redundanzen und Füllwörter entfernt sowie die Aussagen in eigenständige, paraphrasierte Sätze überführt wurden, die ohne die Fragen der Interviewführung verständlich bleiben. Auch grammatikalische Glättungen wurden in diesem Schritt vorgenommen. Im dritten Schritt wurden die redigierten Aussagen thematisch geordnet.

Auf Basis dieser geordneten Aussagen wurde für jede befragte Person ein Fließtext erstellt, der die zentralen Vorstellungen der jeweiligen Schüler*in darstellt – eine sogenannte Explikation (Krüger & Riemeier, 2014). Darüber hinaus erfolgte eine individuelle Strukturierung der wesentlichen Konzepte (Mayring, 2012).

Ergebnisse

Die oben beschriebenen Schülervorstellungen, die bereits in Lehrbüchern beschrieben werden, wurden auch in den Interviews wieder gefunden (siehe Tab. 1). Insbesondere haben fast alle Grundschüler*innen gesagt, dass schwere Gegenstände schneller fallen als leichte Gegenstände. Dies wurde sowohl für die Erde als auch den Mond genannt. Ebenso meinten fast alle Kinder, dass im Weltraum alle Gegenstände schweben. Nur die Vorstellung, dass die Anzie-

hungskraft im Weltraum nach unten auf dem Bild gerichtet ist, erschien nur bei drei der elf Kinder.

Bekannte Fehlvorstellung	Bereits beschrieben in einem Lehrbuch	Häufigkeit in den Interviews
Schweres fällt aufgrund der Masse schneller als Leichtes –auf der Erde und auf dem Mond.	Schecker & Duit, 2018	bei 10 von 11 Schüler*innen
Im Weltraum schweben alle Gegenstände.	Hopf & Schecker, 2018	bei 9 von 11 Schüler*innen
Im Weltraum herrscht eine Anziehungskraft nach unten. Unten bedeutet für den Weltraum unten auf dem Bild.	Wodzinski & Wilhelm, 2018	bei 3 von 11 Schüler*innen

Tab. 1: Überblick über gefundene Konzepte der Schüler*innen, die bereits aus der Literatur bekannt sind (links: Verallgemeinerung der Konzepte, Mitte: Beschreibung in einem Lehrbuch, rechts: Häufigkeiten im Interview).

Darüber hinaus wurden viele Vorstellungen gefunden, die in oben genannter Literatur nicht beschrieben sind (siehe Tab. 2). Diese wurden in drei Kategorien zusammengefasst. So gab es einige Vorstellungen, die davon ausgehen, dass der Mensch die Fallbewegung beeinflusst. Dann gab es Vorstellungen zur Schwerkraft auf dem Mond, die fälschlicherweise nicht analog zur Erde gesehen wird. Sie entsprechen eher den Vorstellungen vom Schweben im Weltraum. Schließlich gab es noch Vorstellungen, die analog zur Gravitation auf der Erde sind, obwohl dies hier fachlich falsch ist.

Neue Kategorie	Konkrete Einzel-Vorstellungen
Der Mensch beeinflusst die Fallbewegung.	• Menschen beeinflussen Gegenstände im Weltraum. • Menschen können einen Druck auf Gegenstände ausüben und machen sie schwerer oder leichter. • Gegenstände fallen, weil wir sie anstoßen. • Im Weltraum ist unten da, wo unsere Füße sind.
Auf dem Mond ist die Schwerkraft <u>nicht</u> analog zur Erde.	• Auf dem Mond schweben Gegenstände in den Weltraum hinaus. • Auf dem Mond schweben Gegenstände über der Oberfläche des Mondes. • Auf dem Mond wirkt die Anziehungskraft nur auf schwere Objekte.
Es ist überall wie auf der Erde.	• Auf dem Mond wirkt die Schwerkraft der Erde. • Gegenstände können nur angezogen werden, wenn es einen Boden gibt (es ist eine ERD-Anziehung!). • Bewegte Objekte werden auch im Weltraum ausgebremst.

Tab. 2: Überblick über die gefundene Konzepte der Schüler*innen (links: Kategorien von gefundenen Vorstellungen, rechts: einzelne gefundene Vorstellungen).

Es ist zu sehen, dass sich einige bekannte Vorstellungen wiederfinden, aber auch bisher nicht beschriebene Vorstellungen auftauchen, wie die anthropozentrischen Vorstellungen vom Einfluss des Menschen auf die fallenden Dinge.

Literatur

- Fogolin-Kunz, J. (2013). *Vorstellungen von Kindern über den Weltraum*. Staatsexamensarbeit, Goethe-Universität Frankfurt am Main.
- Gropengießer, H. (2008). Qualitative Inhaltsanalyse in der fachdidaktischen Lehr-Lernforschung. In P. Mayring & M. Gläser-Zikuda (Hrsg.), *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse*, 2. Auflage, S. 172 – 189. Weinheim: Beltz.
- Hopf, M. & Schecker, H. (2018), Schülervorstellungen zu fortgeschrittenen Themen der Schulphysik. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*, Springer, S. 225 – 242.
- Krüger, D. & Riemeier, T. (2014). Die qualitative Inhaltsanalyse – eine Methode zur Auswertung von Interviews. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 133 – 145). Berlin: Springer Spektrum.
- Liebig, L. (2024). *Schülervorstellungen von Grundschulern zu Fallbewegungen*. Staatsexamensarbeit, Universität Frankfurt, <https://www.thomas-wilhelm.net/arbeiten/Fallen.htm>.
- Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim und Basel: Beltz Juventa.
- Niebert, K. & Gropengießer, H. (2014). Leitfadengestützte Interviews. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*, Berlin: Springer Spektrum, S. 121 – 132.
- Nussbaum, J. (1979). Children's conceptions of the earth as a cosmic body: A cross age study. *Science Education*, 63, S. 83 – 93.
- Nussbaum, J. (1980). Vorstellungen von Kindern über die Erde als einen kosmischen Körper. *Physica didactica*, 7, S. 1 – 16.
- Nussbaum, J. & Novak, J. D. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education* 60, S. 535 – 550.
- Sadler, P. M., Coyle, H., Miller, J. L., Cook-Smith, N., Dussault, M. & Gould, R. R. (2010). The astronomy and space science concept inventory: Development and validation of assessment instruments aligned with the K-12 National Science Standards, *Astronomy Education Review*.
- Schecker, H. & Duit, R. (2018). Schülervorstellungen und Physiklernen In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*, Springer-Spektrum, S. 1 – 21.
- Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf M. & Duit, R. (Hrsg.) (2018). *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*, Springer.
- Sneider, C. & Pulos, S. (1983). Children's cosmographies: Understanding the earth's shape and gravity. *Science Education*, 67, S. 205 – 221.
- Sommer, C. (2002). Wie Grundschüler sich die Erde im Weltall vorstellen – Eine Untersuchung von Schülervorstellungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, S. 69 – 84.
- Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, S. 535 – 585.
- Wodzinski, R. & Wilhelm, T. (2018). Schülervorstellungen im Anfangsunterricht. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*, Springer-Spektrum, S. 243 – 270.