

Fachliche Konzepte zum Thema „Schwimmen und Sinken“ im Sachunterricht

Marie Fischer und Markus Peschel

Over the last decades, studies have shown that the concepts of primary school children regarding the topic of floating and sinking are consistent when it comes to their statements why some objects float while others sink. In a qualitative literature research as well as in a schoolbook analysis we found that the explanation either given by the books or the teachers tend to use the Archimedes' principle (buoyancy) more often than explaining it by the comparison between average density of the body and the fluid. This seems to be based on the assumption about the concept of density not being intelligible for children of this particular age group. With the results of our analysis, we challenge this assumption by showing connecting physical ideas that can only be explained by the difference in the average density, e.g., a hot air ballon floating in the air.

1. Einordnung in die Fachdidaktik

Schwimmen und Sinken ist ein häufig eingesetztes Thema im Sachunterricht (Möller 2005) und gleichzeitig ein in der Didaktik des Sachunterrichts viel erforschtes (Furtner 2016), aber hinsichtlich seiner Eignung für den Grundschulunterricht auch viel diskutiertes Thema (Köhler 2006). Bestehende Forschung fokussiert zur Erklärung des Schwimmverhaltes von Gegenständen v.a. das Auftriebskraftkonzept. Die Weiterentwicklung der Lernendenkonzepte hin zu einem Dichtekonzept wurde zwar in den Aussagen der Kinder wie in der Entwicklung eines Materialkonzeptes berücksichtigt, u. E. aber bislang noch zu wenig. Der Dichtebegriff und das dazugehörige Verständnis über zwei Dimensionen (Masse und Volumen) werden einerseits als zu komplex für Grundschüler*innen erachtet (Klewitz 1989), obwohl Befunde andererseits zeigen, dass Kinder bereits über ein intuitives Dichteverständnis verfügen (Janke 1995; Möller 1999).

2. Schlussfolgerungen aus der Qualitativen Literaturanalyse

Naturwissenschaftlich nicht anschlussfähig sind das Zweck- und Bewegungskonzept, da diese in keinem Bezug zu physikalischen Konzepten stehen.¹ Äußerungen der Kinder zu diesen beiden Konzepten werden u. E. entweder durch einen didaktogenen Fehler, der die Antwort auf die Frage, warum ein Schiff schwimmt, obsolet macht, hervorgebracht und können durch den Unterschied von implizitem und explizierbarem Wissen (Schlussfolgerung 1) aufgeklärt werden:

Schlussfolgerung 1: In Bezug auf ein Dichtekonzept könnte es sein, dass das implizite Wissen und die intuitiven Vorstellungen über das Schwimmverhalten den Grad des Verbalisierbaren deutlich übersteigen (Stern, Möller, Hardy & Jonen 2002). Interessant wäre es also, Möglich-

¹ Um diese zu elaborieren, bedarf es geeigneter Materialien (z.B. Naturmaterialien) bzw. einer anderen Fragestellung (z.B. Warum sinkt ein Schiff?).

keiten zu finden, das implizite Wissen zu rekonstruieren.² Wir schlagen daher einen phänomenologischen Zugang vor, der bislang in der Forschung zur Konzeptentwicklung wenig fokussiert wurde.

Die Qualitative Literaturanalyse hat gezeigt: Schließt man das Verdrängungs- und das Druckkonzept aus, lassen sich alle gängigen Konzepte über den Erklärungsansatz der Dichte fachlich ausdifferenzieren. Dagegen hat das Auftriebskraftkonzept u. E. zwei Probleme: Zum einen lässt sich schwerlich abschätzen, inwieweit Unterricht mittels Auftriebskonzept (auch) langfristig wirksam ist. Der Untersuchungszeitraum von einem Jahr in bisheriger Forschung (Möller, Hardy, Jonen, Kleickmann & Blumberg 2006) ist zu gering, um einzuschätzen, ob das naturwissenschaftliche Fachwissen und -verständnis langfristig, bis in die Sekundarstufe 1, anschlussfähig ist. Die Auftriebskraft ist sehr voraussetzungsreich, da Aspekte wie Druck und der Kraftbegriff geklärt sein müssen (Köhler 2006). Außerdem sind im Hinblick auf das Auftriebskraftkonzept die meisten Lernendenvorstellungen als defizitär zu betrachten. Dies verhält sich bei der Dichte anders (Fischer 2020).

Schlussfolgerung 2: Unterricht, der am Dichtekonzept ausgerichtet ist, und das Beobachten und Vergleichen von Phänomenen neben dem Schwimmverhalten verschiedener Gegenstände in verschiedenen Fluiden im Experimentierprozess betont,

a) ist näher an den intuitiven Vorstellungen (Konzepten) der Kinder.

b) bietet Anknüpfungspunkte ‚nach unten‘ (an Vorwissen und -erfahrungen aus der Lebenswelt), ‚nach oben‘ (an naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe I) und ‚zur Seite‘ (z.B. Heißluftballon in der Luftwelt).

Literatur

- Fischer, M. (2020): Fachliche Konzepte zum Thema „Schwimmen und Sinken“ im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht. Saarbrücken.
- Furtner, M. (2016): Kinderaussagen zu naturwissenschaftlichen Phänomenen. Eine Untersuchung historischer und aktueller Befunde im Kontext des Sachunterricht. Bad Heilbrunn.
- Janke, B. (1995): Entwicklung naiven Wissens über den physikalischen Auftrieb: Warum schwimmen Schiffe? Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, 27, Nr. 2, 122-138.
- Klewitz, E. (1989): Zur Didaktik des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts vor dem Hintergrund der genetischen Erkenntnistheorie Piagets. Mülheim/ Ruhr.
- Köhler, E. (2006): Zur Entwicklung von Vorstellungen bei Grundschulkindern zum Schwimmen und Sinken. Grundschulunterricht 10, 40-44.
- Möller, K. (1999): Konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernprozeßforschung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich des Sachunterrichts. In: Köhnlein, W., Marquardt-Mau, M. & Schreier, H. (Hrsg.): Vielperspektivisches Denken im Sachunterricht. Bad Heilbrunn. S. 125-191.
- Möller, K. (2005) (Hrsg.): Die KiNT-Boxen – Kinder lernen Naturwissenschaft und Technik. Klassenkisten für den Sachunterricht. Paket 1: Schwimmen und Sinken. Essen.

² Schütte (2019) liefert hier – im Bereich Elektrizitätslehre – erste Ansätze, deren Transfer auf das Thema *Schwimmen und Sinken* zu prüfen wäre.

- Möller, K., Hardy, I., Jonen, A., Kleickmann, T. & Blumberg, E. (2006): Naturwissenschaften in der Primarstufe. Zur Förderung konzeptuellen Verständnisses durch Unterricht und zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen. In: Prenzel, M. & Allolio-Näcke, L. (Hrsg.): Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG- Schwerpunktprogramms. Münster, New York. S. 161-193.
- Schütte, F. (2019): Freies Explorieren zum Thema elektrischer Stromkreis. Eine Suchraumrekonstruktion nach der dokumentarischen Methode. Wiesbaden.
- Stern, E., Möller, K., Hardy, I. & Jonen, A. (2002): Warum schwimmt ein Baumstamm? Physik Journal 1, Nr. 3, 63-67.

Projekt Sprachlichkeiten – Fachlichkeiten
gefördert durch
Staatskanzlei
SAARLAND

**Fachliche – Konzepte zum Thema
"Schwimmen und Sinken"**
– Forschungsdesiderata und Neuinterpretation
Marie Fischer, Prof. Dr. Markus Peschel



**UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES**

- Forschungsfragen**
1. Welche Schülervorstellungen zum Thema Schwimmen und Sinken werden in der gängigen Literatur der Didaktik des Sachunterrichts unterschieden?
 2. Mit welchem fachlichen Hintergrund bzw. Rahmen werden diese Schülervorstellungen von den Forschenden eingeordnet, interpretiert und bewertet?
 3. Welche Aspekte werden durch diesen fachlichen Hintergrund bei der Interpretation dieser Vorstellungen zum Thema Schwimmen und Sinken vernachlässigt?

Methode

Mittels Qualitativer Literaturanalyse wurden fachdidaktische Erkenntnisse zum Thema Schwimmen und Sinken als „Aufarbeitung oder Zusammenfassung bestehenden Wissens“ (Zühlke 2007, 130) aus vergangenen empirischen Arbeiten konsolidiert. ‚Wissen‘ bezieht sich dabei vor allem darauf, (a) welche explizit genannten oder aus den jeweiligen fachlichen Einlassungen der Autoren rekonstruierbaren fachwissenschaftlichen Konzepte den bisherigen Studien zugrundeliegen und (b) welche Ergebnisse diese Studien in Zusammenhang mit verschiedenen fachwissenschaftlichen Konzepten berichten (im Hinblick auf Lernzuwachs, Fachkonzeptverständnis...). Zum anderen werden diese Erkenntnisse aus bestehender Forschung mit „kritischen Kommentaren“ (Bortz & Döring 2006, 672) versehen. Dabei sollen insbesondere ‚Lücken‘ und Desiderata der bisherigen Forschung herausgearbeitet werden.

Datensatz der Literaturanalyse

Banholzer, A. (1936/2008). Die Auffassung physikalischer Sachverhalte im Schuller. Herausgegeben und eingeleitet von Bernd Feige und Hilde Köster. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
 Wagenschein, M. (1971). Die Pädagogische Dimension der Physik. Braunschweig: westermann. Wagenschein, M. (1990) (Hg.) Kinder auf dem Wege zur Physik. Weinheim: Beltz.
 Thiel, S. (1990). Phänomene und Aspekte. Maria Wagenschein und der romantische Blick auf das Kind. In: W. Köhnen (Hg.): Der Vortrag des Vorlesers. S. 58-65. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt. Thiel, S. (1990). Grundschilder zwischen Umgangserfahrung und Naturwissenschaft. In: M. Wagenschein (Hrsg.): Kinder auf dem Wege zur Physik. S. 80-100. Weinheim: Beltz.
 Engelen, A., Jones, A. & Möller, K. (2002). Lernfortschrittsdiagnosen durch Interviews. Ergebnisse einer Pilotstudie zum ‚Schwimmen und Sinken‘ im Sachunterricht der Grundschule. In: K. Spreckelsen, K. Möller & A. Hartinger (Hrsg.): Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht. S. 155-173. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt. Siem, E., Möller, K., Hardy, I. & Jones, A. (2002). Warum schwimmt ein Baumstamm? Phys. Journal 1 (2002), Nr. 3, S. 63-67. Möller, K., Jones, A., Hardy, I. & Siem, E. (2002). Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. Zeitschrift für Pädagogik, 45, Beih. 1, S. 176-191. Jones, A., Möller, K. & Hardy, I. (2003a). Lernen als Veränderung von Konzepten – am Beispiel einer Untersuchung zum naturwissenschaftlichen Lernen in der Grundschule. In: D. Cosh & H.-J. Schwab (Hrsg.): Lernwege und Angebotsformen im Sachunterricht. S. 93-108. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt. Jones, A., Möller, K. & Hardy, I. (2003b). Schwimmt ein Holzbrett mit Löchern? Erklärungen von Kindern zum Schwimmen und Sinken. In: A. Speck-Handan, H. Brögelmann, M. Fölling-Albers & S. Richter (Hrsg.): Kulturelle Vielfalt, Religiöses Lernen. S. 159-164. Seelze: Kallmeyersche Verlagbuchhandlung.

Bisherige Forschungen zum „Schwimmen und Sinken“ beinhaltet vornehmlich zwei Ansätze der Erarbeitung des Schwimmverhaltens von Materialien (z.B. Kork) oder Gegenständen (z.B. Schiff) (Wodzinski 2006):

1. das **Auftriebskraftkonzept** und 2. das **Dichtekonzept**.

Beide Konzepte können unter dem **Phänomen Auftrieb** subsummiert werden, da sie fachlich unmittelbar zusammenwirken bzw. Wechselwirkungen bestehen (Hallikday et al. 2013).



Er schwimmt, weil es leicht ist.

Es schwimmt, weil es aus Kork ist.

Ein Schiff schwimmt, weil es hohl ist.

„Und dann kann eigentlich nur die Luft das Schiff tragen“ (Thiel 1990, 154)

Das Schiff schwimmt, „weil da ein Kapitän drauf ist“ (Engelen et al. 2002, 16).

„Das Schiff hat so eine Form, daß [sic!] es nicht untergeht.“ (Banholzer 1936/2008, 55)

Das Wasser will seinen Platz zurück.

???

In historischen wie aktuelleren Forschungen werden folgende Konzepte benannt, jedoch unterschiedlich hierarchisiert: Zweck-, Bewegungs-, Luft-, Hohlkörper-, Gewichts-, Material-, Form-, Druck-, Verdrängungs-, Auftriebskraft- und Dichtekonzept sowie die Rolle des Wassers. Mit der Rekonstruktion der Konzepte in der analysierten Forschung gehen gewisse Probleme einher:

- A. Es handelt sich immer um elizierete Aussagen, die von Forschenden interpretiert (rekonstruiert) wurden.

<p>B. Das Phänomen <i>Auftrieb</i> lässt sich mit zwei unterschiedlichen Ansätzen (Dichte und Auftriebskraft) erklären. In der Literatur und in Unterrichtsmaterialien wird deutlich häufiger die Auftriebskraft zur Erklärung herangezogen (vgl. Schulbuchanalyse bei Fischer 2020).</p> <p>Erwartungen der Forschenden – im Hinblick auf die fachliche Erklärung – wirken sich auf die Kategorisierung der Lernendenaussagen aus und entscheiden letztlich, ob die spezifische Äußerung des Kindes – gemessen an Auftriebskraft- oder Dichtekonzept – als fachlich anschlussfähig gewertet wird. Das Beispiel <i>Es schwimmt, weil es leicht ist</i> kann für den Aufbau eines Dichtekonzeptes u. E. besser ausdifferenziert werden als für ein Auftriebskraftkonzept. Diese Elizitation und Interpretation von Aussagen geschieht also vor dem jeweiligen fachlichen Hintergrund der Forschenden. Je nach fachlicher Zieldimension des Verstehens, die der jeweiligen Forschung zugrunde liegt, erfolgt die Kategorisierung bzw. die Hierarchisierung der Aussagen differenz, wie folgende tabellarische Gegenüberstellung darstellt.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Stufen bei Banholzer (1936/2008)</th> <th style="text-align: center;">Kategorien bei Wagenschein (1990)</th> <th style="text-align: center;">Kategorien der Teiluntersuchung <i>Vollkörper</i> (Engelen et al. 2002) (es werden nur Kategorien abgebildet, die auch bei Banholzer und Wagenschein zu finden sind)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0) Schwimmen als Selbstverständlichkeit „Das schwimmt, weil es schwimmen kann“ (S. 51)</td> <td style="text-align: center;">A: Das schwimmt halt</td> <td style="text-align: center;">L1/A0: kein Konzept</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1) Materialeigenschaften</td> <td style="text-align: center;">B: Holz schwimmt halt;</td> <td style="text-align: center;">L2/A2: Gewichtskonzept</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2) „die Schwere des schwimmenden Körpers“ (S. 52)</td> <td style="text-align: center;">C: Das Schwere schwimmt</td> <td style="text-align: center;">L2/A3: Formkonzept</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3) a) absolutes Gewicht</td> <td style="text-align: center;">D: Das Schwere sinkt E: Das Wasser trägt das Leichte;</td> <td style="text-align: center;">L3/A8 Materialkonzept</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3) b) Körpergewicht im Verhältnis zum Wasser</td> <td style="text-align: center;">F: Worauf es sonst ankommt (Form, umgebende Wassermenge) G: Lösungsansatz</td> <td style="text-align: center;">L4/A9: Dichtekonzept</td> </tr> </tbody> </table>	Stufen bei Banholzer (1936/2008)	Kategorien bei Wagenschein (1990)	Kategorien der Teiluntersuchung <i>Vollkörper</i> (Engelen et al. 2002) (es werden nur Kategorien abgebildet, die auch bei Banholzer und Wagenschein zu finden sind)	0) Schwimmen als Selbstverständlichkeit „Das schwimmt, weil es schwimmen kann“ (S. 51)	A: Das schwimmt halt	L1/A0: kein Konzept	1) Materialeigenschaften	B: Holz schwimmt halt;	L2/A2: Gewichtskonzept	2) „die Schwere des schwimmenden Körpers“ (S. 52)	C: Das Schwere schwimmt	L2/A3: Formkonzept	3) a) absolutes Gewicht	D: Das Schwere sinkt E: Das Wasser trägt das Leichte;	L3/A8 Materialkonzept	3) b) Körpergewicht im Verhältnis zum Wasser	F: Worauf es sonst ankommt (Form, umgebende Wassermenge) G: Lösungsansatz	L4/A9: Dichtekonzept
Stufen bei Banholzer (1936/2008)	Kategorien bei Wagenschein (1990)	Kategorien der Teiluntersuchung <i>Vollkörper</i> (Engelen et al. 2002) (es werden nur Kategorien abgebildet, die auch bei Banholzer und Wagenschein zu finden sind)																	
0) Schwimmen als Selbstverständlichkeit „Das schwimmt, weil es schwimmen kann“ (S. 51)	A: Das schwimmt halt	L1/A0: kein Konzept																	
1) Materialeigenschaften	B: Holz schwimmt halt;	L2/A2: Gewichtskonzept																	
2) „die Schwere des schwimmenden Körpers“ (S. 52)	C: Das Schwere schwimmt	L2/A3: Formkonzept																	
3) a) absolutes Gewicht	D: Das Schwere sinkt E: Das Wasser trägt das Leichte;	L3/A8 Materialkonzept																	
3) b) Körpergewicht im Verhältnis zum Wasser	F: Worauf es sonst ankommt (Form, umgebende Wassermenge) G: Lösungsansatz	L4/A9: Dichtekonzept																	

Fazit

Mit der Auftriebskraft lassen sich Phänomene im Wasser zwar erklären, alle dafür fachlich relevanten Teilkonzepte, wie z.B. Druck, sind für Kinder im Grundschulalter aber äußerst komplex (Klewitz 1989). Die **Übertragbarkeit der entwickelten Konzepte** im Umgang mit der „Wasserwelt“ auf andere Phänomene (z.B. in der „Luftwelt“) ist mit dem Erklärungsansatz der Auftriebskraft erschwert, da die – im Auftriebskraftkonzept enthaltene Verdrängung – in der Luftwelt nicht erkennbar ist (Schlichting 1994). Auch **Wechselwirkungen** unterschiedlicher Flüssigkeiten untereinander (z.B. Salz- und Süßwasser) lassen sich nur mit dem Dichtekonzept erklären. Dies bedeutet nicht, den Begriff Dichte als Fachausdruck einzuführen oder zu definieren, sondern ein **intuitives Dichteverständnis** zu entwickeln (Köhlein 2006), indem in zukünftigen Forschungsvorhaben der Zugang über **Phänomenbeobachtungen** gewählt wird.

Literatur: Banholzer, A. (1936/2008). *Die Auffassung physikalischer Sachverhalte im Schuller*. Herausgegeben und eingeleitet von Bernd Feige und Hilde Köster. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt; Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg: Springer Median Verlag; Engelen, A., Jones, A. & Möller, K. (2002). Lernfortschrittsdiagnosen durch Interviews – Ergebnisse einer Pilotstudie zum ‚Schwimmen und Sinken‘ im Sachunterricht der Grundschule. In: K. Spreckelsen, K. Möller & A. Hartinger (Hrsg.): *Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht*. S. 155-173. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt; Fischer, M. (2020). *Schulbuchanalyse zum Thema Schwimmen und Sinken*. Universität des Saarlandes; Halliday, D., Resnick, R. & Walker, J. (2013). *Halliday Physik Bachelor Edition*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; Kiewitz, E. (1989). *Zur Didaktik des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts vor dem Hintergrund der genetischen Erkenntnistheorie Piagets*. Mülheim/Ruhr: Westap Verlag, Köln/Hein, W. (2006). *Thesen und Beispiele zum Bildungswert des Sachunterrichts*. In: Cosh, D., Fischer, H.-J., Holl-Giese, W., Köster, M. & Schenk, M. (Hrsg.): *Bildungswert des Sachunterrichts*. S. 17-38. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt; Schlichting, H. J. (1994). *Leere – nichts als Luft. Von der Wahrnehmung der Luft als physikalisches System*. *Praxis der Naturwissenschaften – Physik* 43/4, 18. S. 11; Thiel, S. (1990). Grundschilder zwischen Umgangserfahrung und Naturwissenschaft. In: M. Wagenschein (Hrsg.): *Kinder auf dem Wege zur Physik*. S. 90-100. Weinheim: Beltz; Thiel, S. (1990). Phänomene und Aspekte. Maria Wagenschein und der romantische Blick auf das Kind. In: W. Köhnen (Hg.): *Der Vortrag des Vorlesers*. S. 58-65. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt; Wodzinski, R. (2006). Schwimmen und Sinken – Ein angeprochenes Thema mit vielen Möglichkeiten. In: G. Lück & H. Köster (Hrsg.): *Physik und Chemie im Sachunterricht*. S. 75-94. Bad Heilbrunn: Braunschweig: Julius Klinkhardt/westermann; Wagenschein, M. (1971). Die Pädagogische Dimension der Physik. Braunschweig: westermann; Wagenschein, M. (1990) (Hg.). *Kinder auf dem Wege zur Physik*. Weinheim: Beltz; Zühlke, J. P. (2007). *Die Verbreitung von Wissen zu Controlling-Instrumenten*. Wiesbaden: DUV Gabler Edition Wissenschaft.