

Welche Argumente überzeugen Schüler*innen vom Teilchenmodell?

Florian Budimaier, Martin Hopf

Die emergente Natur vieler physikalischer Phänomene, wie beispielsweise Temperatur oder Aggregatzustände, wird von Schüler*innen nicht erkannt, da sie innerhalb der falschen ontologischen Kategorie argumentieren [4] und Eigenschaften makroskopischer Gegenstände auf Atome und Moleküle übertragen [5]. Daher wird im Rahmen des Dissertationsprojekts der Frage "Wie kann das Verständnis von Schüler*innen zu emergenten Vorgängen im Kontext des Teilchenmodells verbessert werden?" nachgegangen. Ein erster Schritt ist dabei die Suche nach Argumenten, welche Schüler*innen von der Anwendbarkeit des Teilchenmodells überzeugen. Des Weiteren wird evaluiert, inwiefern typografische Darstellungen [6] tragfähige Vorstellungen zum Aufbau der Materie unterstützen.

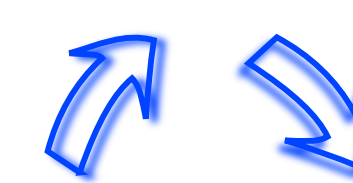
Forschungsfrage

Design-Based Research

Der Forschungsprozess ist nach dem Prinzip des Design-Based Research strukturiert. Ziel ist dabei einerseits eine Lehr-Lerneinheit zum Teilchenmodell zu entwickeln, sowie andererseits theoretische Erkenntnisse über Lernprozesse im Kontext des Teilchenmodells zu gewinnen [1].

Key Ideas formulieren (Didaktische Rekonstruktion [2])

(Re)Design

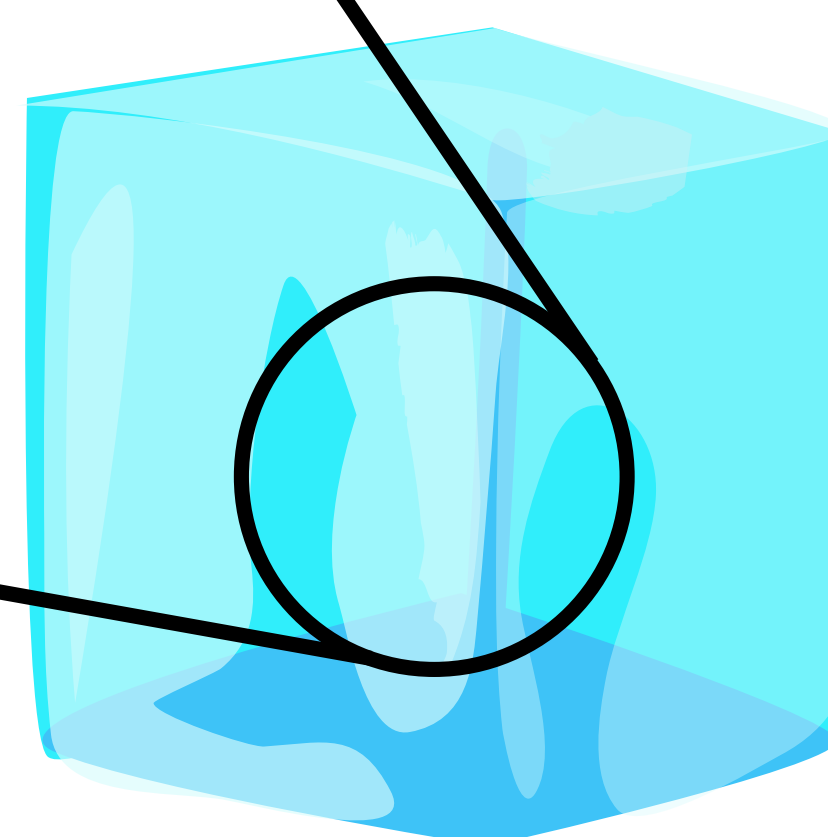


Evaluation

Qualitative Inhaltsanalyse [3]

Intervention

Interviews/Akzeptanzbefragung



Als Argumente für das Teilchenmodell wurden aus der Literatur [5, 7, 8] fünf Experimente zu diesem Thema ausgewählt. Jeweils eines davon wurde 20 Schüler*innen (12 - 16 Jahre) in leitfadengestützten Interviews nach der Methode der Akzeptanzbefragung [9, 10] präsentiert. Das Experiment sollte die Idee, dass alles aus kleinsten Teilchen aufgebaut ist motivieren. Die Teilnehmer*innen sollten nach der Erklärung des Experiments diese noch einmal paraphrasieren und Aufgaben dazu lösen. Beispielsweise sollten sie erklären, ob ihrer Meinung nach auch der Mensch aus Teilchen aufgebaut sei. Zudem sollten sie aus drei verschiedenen Darstellungen zum Teilchenmodell jene auswählen, die sie persönlich am meisten überzeugt. Darüber hinaus, wurde die Vorstellung der Teilchennatur mit einem Modellexperiment [11] zu den Aggregatzuständen vertieft.

Methode

Experimente

Destillation einer farbigen Lösung

Ölfleckversuch

Ei schwimmt im Salzwasser

Brownsche Bewegung

Volumenausdehnung eines Quetschbeutels

Auch wenn die meisten Schüler*innen die Idee, dass sämtliche Materie aus Bausteinen besteht befürworten, bezeichnen einige diese als unheimlich oder gruselig. Nur drei Teilnehmer*innen verwenden von sich aus Begriffe wie Teilchen oder Atom zur Erklärung des Experiments. Generell fällt es Vielen sehr schwer, das Verhalten der Teilchen mit den Beobachtungen des Experiments zu verknüpfen. Keines der Experimente kann von allen Schüler*innen richtig paraphrasiert werden, das Ölfleckexperiment wird am schwierigsten empfunden. Die Paraphrase des Modellexperiments gelingt dagegen der Mehrheit der Schüler*innen. Typografische Darstellungen werden von mindestens der Hälfte als Beste der drei angebotenen Veranschaulichungen des Teilchenmodells gewählt.

Ergebnisse

Experiment Destillation einer farbigen Lösung

	O2	R2	F2	G2	
Erklärung des Experiments I	0	0	1	0	
Akzeptanz	2	2	0	1	Key Idea I Alles besteht aus Teilchen
Paraphrase	1	2	1	2	
Aufgabe Mensch	1	1	0	1	
Aufgabe Luftballon	2	0	2	0	
Aufgabe Schneeflocke	2	2	0	1	
Akzeptanz	2	2	1	2	Key Idea II Verhalten der Teilchen bestimmt Eigenschaften der Materie
Paraphrase	2	2		2	
Aufgabe H2O		2	2	2	
Aufgabe Eiswürfelbehälter a	2	2	2	2	
Aufgabe Eiswürfelbehälter b	1	2	1	1	
Aufgabe Schmelzen	2	1	0	1	
Erklärung des Experiments II	1	2	2	2	

2 Teilchenmodell angewandt/akzeptiert
0 Kontinuumsmodell angewandt/akzeptiert
1 Hybridmodell angewandt/akzeptiert
 nicht erhoben

Literatur
 [1] Haagen-Schützenhöfer, Claudia; Hopf, Martin (2020): Design-based research as a model for systematic curriculum development: The example of a curriculum for introductory optics. In: Physical Review Physics Education Research 16. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020152.
 [2] Katmann, Ulrich; Duit, Reinders; Gropengesser, Harald; Komorek, Michael (1997): Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung 3, S. 3-18.
 [3] Kuckartz, Udo (2018): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung, 4. Auflage. Weinheim, Basel: Beltz Juventa
 [4] Chi, Michéle T. H. (2005): Commonsense Conceptions of Emergent Processes: Why Some Misconceptions Are Robust. In: Journal of the Learning Sciences 14 (2), S. 161-199. DOI: 10.1207/s15327809jls1402_1.
 [5] Harrison, Allan G.; Tregust, David F. (2006): Particles and Matter: Problems in Learning about the Submicroscopic World. In: Helmut Fischler (Hg.): Die Teilchenstruktur der Materie im Physik- und Chemieunterricht. Berlin: Logos-Verl., S. 53-76.
 [6] Wiener, Gerfried.; Schmeling, Sascha M.; Hopf, Martin (2015): Introducing 12 year-olds to elementary particles. In: Physics Education 52 (4), S. 44001. DOI: 10.1088/1361-6552/aa6cfc.
 [7] Fischler, Helmut; Rothenhagen, Andreas (1997): Experimente zum Teilchenmodell. In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik (41), S. 27-33.
 [8] Sieve, B. (2016). Modellversuch zur Teilchenvorstellung. Naturwissenschaften im Unterricht Chemie(153). https://www.friedrich-verlag.de/chemie/atombau-periodensystem/teilchenmodell-im-quetschbeutels/
 [9] Wiesner, Hartmut; Wodzinski, Rita (1996): Akzeptanzbefragung als Methode zur Untersuchung von Lernschwierigkeiten und Lernverläufen. In: Reinders Duit und Pädagogische Hochschule Ludwigsburg (Hg.): Lernen in den Naturwissenschaften: Beiträge zu einem Workshop an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg, Kiel (151), S. 250-274.
 [10] Jung, Walther (1992): Probing Acceptance. A Technique for Investigating Learning Difficulties. In: Reinders Duit und Universität Bremen (Hg.): Research in physics learning : theoretical issues and empirical studies. Proceedings of an international workshop held at the University of Bremen, March 4-8, 1991. Kiel (131), S. 278-295.
 [11] Itakura, K. & Funahashi, H. (2019). Hypothesis-experiment class (Kasetsu). Trans Pacific Press.