

## **Schülervorstellungen zu Wolken in der Grundschule**

### **Unterrichtsrelevanz**

Das Thema „Wolken“ kommt zwar in den meisten Bundesländern in der Sekundarstufe nicht vor, aber in der Grundschule ist es ein Standardthema. Die „Synopsis der Lehrpläne der deutschen Bundesländer für das Fach Sachunterricht in der Grundschule“ von Efler-Mikat (2009) zeigt, dass in fast allen Bundesländern das Thema „Wetter“ vorgeschrieben ist, wozu auch Wolken gehören. Außerdem ist in allen Bundesländern das Thema „Wasser“ vorgegeben. Fast immer werden dabei explizit Aggregatzustandsänderungen genannt und fast immer auch der Wasserkreislauf in der Natur, womit das Verdunsten von Wasser, dessen Aufsteigen, die Wolkenbildung und das Regnen gemeint ist.

Nach der konstruktivistischen Auffassung ist das Vorwissen der Lernenden entscheidend. Im Unterricht aktivieren Schüler aber oft ungeeignete Vorstellungen. So besteht heute weitgehend Konsens darin, dass es für ein erfolgreiches Unterrichten von Physik wichtig ist, die Alltagsvorstellungen der Schüler zu kennen und zu berücksichtigen. Sonst ist die Gefahr groß, dass Lehrkraft und Lernende aneinander vorbeireden und sich missverstehen. Eine Lehrkraft muss diese Vorstellungen einerseits kennen, um im Unterrichtsgespräch den Schüler richtig zu verstehen, und andererseits, um den Unterricht angemessen zu planen. Dies gilt sowohl dann, wenn eine Konfliktstrategie geplant wird, als auch wenn ein kontinuierlicher Lernweg mittels Anknüpfen oder Umdeuten geplant ist. In vielen Gebieten der Physik sind diese Präkonzepte gut untersucht und heute ein Standardthema in der Lehrerbildung. Dennoch gibt es einige kleine Randthemen, zu denen kaum publizierte Erhebungen vorliegen, wie z.B. das Thema „Wolken“.

### **Fachlicher Hintergrund**

Fachlich gesehen sind Wolken eine sichtbare, in der Erdatmosphäre schwebende Ansammlung von Wassertröpfchen oder Eiskristallen. Da mit zunehmender Höhe der Luftdruck sinkt, sinkt auch die Temperatur. Steigt feuchte Luft auf, kann der Wasserdampf kondensieren oder resublimieren, falls Kondensationskeime bzw. Eiskeime z.B. in Form von Aerosolen vorliegen. Luft kann durch Konvektion, durch orographische Hebung an Gebirgen oder durch die Dynamik von Fronten, bei der sich unterschiedlich warme Luftmassen übereinander schieben, aufsteigen. Wolken befinden sich in 2 bis 10 km Höhe, in Bodennähe nennt man sie Nebel. Da Wolken Licht wellenlängenunabhängig streuen, erscheinen sie weiß oder grau. Nur bei dünnen Wolken (Cirrus, Cirrostratus) scheint der blaue Himmel durch. Die Wassertröpfchen in den Wolken haben einen Durchmesser von nur ca. 0,02 mm, während Regentropfen einen Durchmesser von 0,5 bis 5 mm haben. Für die Regentstehung werden der Bergeron-Effekt, bei dem Eiskristalle Feuchtigkeit aus der Umgebung aufnehmen, und die Koaleszenz, bei der Eiskristalle sich beim Fallen vereinen, genannt.

### **Hinweise auf Fehlvorstellungen**

Um sich dem Thema zu nähern, kann man sich Bilder von Wolken ansehen. Man findet dabei Bilder, in denen Wolken als etwas Festes, Stabiles dargestellt werden, auf denen man stehen kann. Außerdem werden Wolken als kuschelig weich und in blau dargestellt. Manchmal sind sie unrealistisch tief oder haben einen dicken, festen Rand. Offen bleibt, inwieweit Lernenden klar ist, dass solche Bilder nicht der Realität entsprechen oder sie davon beeinflusst werden.

In der unveröffentlichten Staatsexamensarbeit von Schieder (1997) zum Thema „Wetter“

wurden Schüler der 3. Jgst. interviewt und ihnen u.a. wenige Fragen zu Wolken und Kondensation gestellt. Bei der Kondensation von Luftfeuchtigkeit auf einem kalten Metallbecher meinten fast 50 %, dass das Wasser durch den Becher hindurchsickert. Ganz verschiedene Vorstellungen gab es zur Frage, aus was Wolken bestehen. Genannt wurden Nebel, Wasser, Schnee, Wasserdampf, Luft und Rauch. Praktisch keine Vorstellung gab es allerdings dazu, wie Wolken entstehen. Zur Frage, warum es regnet, gab es unterschiedliche Antworten: weil die Hülle einer Wolke platzt, weil eine Wolke schmilzt oder weil „sich das Wasser in den Wolken nicht mehr halten kann“.

### **Forschungsdesign**

Ziel der hier vorgestellten Untersuchung war, qualitativ festzustellen, welche Vorstellungen zu Wolken es bei Kindern gibt. Des Weiteren war die Frage, ob es bei Lehramtsstudierenden und Sachunterrichtslehrkräften Parallelen zu den Vorstellungen gibt. Dazu wurde bei den Schülern ein halboffenes Leitfadenterview, z.T. in der Form eines „Experimentalinterviews“, durchgeführt und ein Multiple-Choice-Fragebogen für Lehramtsstudierende und Sachunterrichtslehrkräfte erstellt. Diese Untersuchung fand im Rahmen einer Staatsexamensarbeit statt, für die nur zwölf Wochen Arbeitszeit vorgesehen war. So konnten nur ausgewählte, grundlegende Aspekte erfragt werden.

### **Leitfadenterview**

Interviewt wurden 16 hessische Kinder (2 Kindergartenkinder, 3 Erstklässler, 4 Zweitklässler, 4 Drittklässler und 3 Viertklässler). Die Interviews dauerten ca. zehn Minuten, wurden dann transkribiert und ausgewertet (Schiel 2015). Begonnen wurde mit einem Gespräch über ein vorgeführtes Experiment. Dann sollten die Kinder eine Wolke auf Papier malen und es folgte das Leitfadenterview. Im Experiment wurde ein Glaszylinder mit heißem Wasser ausgewaschen, ein Streichholz darin ausgeblasen und das Gefäß mit einem aufgelegten Kühlpack abgekühlt, so dass Nebel entstand. Im Folgenden wird angegeben, welche Vorstellungen im Interview geäußert wurden. Aus Platzgründen kann dies nicht mit Zitaten belegt und nicht in allen Aspekten diskutiert werden. In Klammern wird jeweils angegeben, wie viele der 16 Kinder sich entsprechend äußerten.

Bei der Beschreibung des verwendeten Einstiegsexperiments wurde zwar auch von Dampf gesprochen (4 x), aber häufiger von Rauch (7 x Rauch bzw. Rauchwolke, 3 x Qualm, 1 x kleiner Nebel wie beim Kerzeausblasen und 3 x „Wolke“ im Sinne von „Rauchwolke“). Die Hälfte gab eine Erklärung mit Temperaturen oder Temperaturunterschieden (8 x), wenige (2 x) aber auch Erklärungen, in denen nur das Streichholz als Ursache genannt wurde. Ein Drittel (5 x) nannte beides. Daraus ist zu folgern, dass dieses Experiment eher problematisch ist, da es Fehlvorstellungen unterstützt, wenn das Streichholzausblasen sichtbar ist.

Bei den gemalten Wolkenbildern haben die meisten (14 x) nur den Rand einer Wolke gezeichnet. Cumulus-Wolken sind tatsächlich scharf abgegrenzt, aber überall weiß vor blauem Himmel. Teilweise wurden beliebige Farben für Papier und Wolke gewählt, die Mehrheit (10 x) malte aber blaue Wolken. Wenige (2 x) haben die Wolken mit einer glatten Unterkante gezeichnet, wie man es auch von Cumulus-Wolken kennt.

Auf die Frage, woraus Wolken bestehen, wurden neben Formen von Wasser (Regen, Dampf, sichtbaren Wasserschleiern, Nebel, 4 x Wasser bzw. Wassertröpfchen) auch Gase genannt (4 x Luft, 1 x Luftwatte, 1 x Sauerstoff) und einmal mit Watte etwas Festes. Praktisch allen (15 x) war klar, dass man auf einer Wolke nicht stehen kann, wobei die Erklärung nicht unbedingt richtig war. Die Hälfte (7 x) glaubte, dass man dort eine gute Aussicht hätte, die andere Hälfte (7 x) denkt, dass man keine Aussicht hätte, sondern es wie im Nebel ist. In einer Wolke zu sein, wurde von der Hälfte (9 x) als unangenehm beschrieben (8 x nass, 3 x kalt) und von der Hälfte (9 x) mit angenehmen Eigenschaften (weich/sanft, kuschelig, sanft, schön). Interessant war auch die Vorstellung, dass man da selbst leicht ist und schwebt (2 x).

Die Hälfte (7 x) beschrieb Wolken als blau, bläulich oder weiß-blau, die andere Hälfte (8 x) als weiß, wobei auch grau und schwarz genannt wurde (3 x). Dunkle Wolken wurden auf Nachfrage mit Gewitter bzw. Regen in Verbindung gebracht (11 x). Wie das Wasser in die Wolken kommt, wurde nur von Viertklässlern gut beschrieben, während die anderen kaum Vorstellungen hatten. Einige meinten, dass das nichts mit der Sonne zu tun hat (5 x), andere (4 x) meinten, dass die Sonne aktiv das Wasser hochzieht. Da das alle Viertklässler sagten, ist das als ein durch den Unterricht erzeugtes Misskonzept zu deuten. Es regnet, weil zu viel Wasser/Regen in der Wolke ist (5 x), die Wolke selbst zu schwer ist (4 x) oder die Wolke aufgeht (1 x). Außerdem gab es religiöse Antworten (3 x) und finale Antworten (2 x), aber nur ein Kind sagte, es regnet wenn die Tropfen schwerer werden.

### Fragebögen

Der Fragebogen war ein Multiple-Choice-Test, der aus Zeitgründen nur zehn Items hatte. Die Antwortalternativen wurden z.T. aus Schülerinterviews oder aus früheren Antworten in Klausuren übernommen. Teilgenommen haben 87 Lehramtsstudierende (86 % weiblich, 14 % männlich), die alle Sachunterricht studierten (aber nicht unbedingt Schwerpunkt Physik). Die Umfrage fand in einer einführenden Veranstaltung zu Beginn des Studiums statt, denn die Umfrage sollte sein, bevor das Thema im Studium behandelt wurde. Tatsächlich wurden die Themen Luftfeuchtigkeit, Kondensation und Wolkenbildung aber kurz vorher besprochen – für viele zum letzten Mal im Studium. Die 26 hessischen Sachunterrichtslehrkräfte erhielten den gleichen Fragebogen, ergänzt durch offene Fragen zu Unterrichtsinhalten (88 % weiblich, 12 % männlich, 26 – 64 Jahre alt). Als wichtig angesehene Inhalte wurden häufig die Entstehung von Wolken, Wolkenarten und Wolkenformen sowie die Auswirkungen von Wolken auf das Wetter bzw. Wolken zur Wettervorhersage genannt. In Klammern werden im Folgenden die Prozentsätze bei Studierenden und Lehrkräften angegeben.

Die meisten wussten, dass Wasser immer als Gas in der Atmosphäre aufsteigt (87 %, 96 %), nicht nur wenn es heiß ist (11 %, 4 %). Das wurde auch korrekt als Verdunsten bezeichnet (91 %, 96 %), selten als Verdampfen (8 %, 4 %). Einige wählten aber aus, dass Wolken außen eine Hülle haben (8 %, 8 %) oder innen einen Kern (8 %, 23 %) anstatt, dass sie innen und außen gleich sind (84 %, 69 %). Für viele bestehen Wolken nur aus gasförmigem Wasserdampf (35 %, 50 %) oder nur aus flüssigen Wassertropfen (22 %, 23 %) statt aus flüssigem Wasser und Eis (43 %, 27 %). „Wasser kondensiert“ bedeutet für viele schon, es regnet (27 %, 7 %) statt nur den Übergang von gasförmig in flüssige Tropfen (64 %, 81 %). Für die Bildung von Wassertropfen aus Wasserdampf geben die meisten korrekt die Abkühlung an (59 %, 73 %), während andere vereinfacht nur „genügend Feuchtigkeit“ auswählen (34 %, 23 %). Es regnet angeblich, wenn die Wolke zu schwer ist (14 %, 15 %), zu viele Tropfen in der Luft sind (37 %, 15 %) oder fachlich korrekter die Tropfen zu schwer sind (49 %, 62 %). Sehr viele glauben, dass man in einer Wolke sehr nass wird (36 %, 58 %), obwohl meist nur die Sichtweite geringer ist (62 %, 42 %). Die meisten wissen zwar, dass es Wolken in unterschiedlichen Höhen gibt (77 %, 88 %), aber bis in welcher Höhe sich Wolken befinden, ist eher unbekannt (bis 10 km: 36 %, 42 %).

Daraus folgt, dass in der Lehre mehr zu betonen ist, dass Wolken nichts anderes als Nebel sind und kein Objekt mit einer Hülle. Sie bestehen aus Wassertropfen und/oder Eiskristallen. Außerdem regnet es, wenn die einzelnen Tropfen zu schwer sind.

### Literatur

- Efler-Mikat, D. (2009). Synopse der Lehrpläne der deutschen Bundesländer für das Fach Sachunterricht in der Grundschule, IPN Kiel, urn:nbn:de:0111-opus-18135
- Schiel, M. (2015). Schülervorstellungen zu Wolken in der Grundschule, Staatsexamensarbeit Universität Frankfurt am Main, <http://www.thomas-wilhelm.net/arbeiten/Wolken.pdf>
- Schieder, M.; Wiesner, H. (1997). Vorstellungen und Lernprozesse zum Thema Wetter in der Primarstufe. In: Behrendt, H. (Hrsg.). Zur Didaktik der Physik und Chemie, Alsbach: Leuchtturmverlag, S. 167-169