

Inhalt:

- 1 **Schülervorstellungen zu Luft**
- 2 **Ergebnisse einer Akzeptanzbefragung**
- 3 **Überblick über die Unterrichtssequenz**
- 4 **Literaturhinweise**

1 Schülervorstellungen zu Luft

Bereits vor Unterrichtsbeginn verfügen die Kinder über Aspekte eines grundlegenden physikalischen Wissens. Ein rudimentäres Verständnis von Materie und Objekt Konzepten ist bereits zu Beginn der Grundschule vorhanden. "Schon Säuglinge wissen bzw. erwarten, dass materielle Objekte dauerhaft existieren, (...), dass sie aus solider Substanz bestehen und Effekten wie der Schwerkraft und Trägheit unterliegen" (Hasselhorn et al. 1998, S. 8). Eine besondere Herausforderung bei der unterrichtlichen Bearbeitung des Themas Luft dagegen ist es, dass Luft eben nicht 'unmittelbar sichtbar' ist. Allerdings haben Kinder vielfältige Erfahrungen mit Luft, an die der Unterricht anknüpfen kann. Inwieweit Kinder darüber hinaus durch mehr oder weniger gezielte Überlegungen diese Erfahrungen bereits in umfassendere konzeptuelle Strukturen eingeordnet haben, welche 'Vorstellungen' Kinder also konkret zu 'Luft' haben, wird im Folgenden auf der Grundlage der Zusammenstellung von Driver u.a. (1994) beschrieben

Luft als Materie

Gase werden von Kindern im Gegensatz zu Flüssigkeiten und Feststoffen weniger als Materie wahrgenommen, da sie meist unsichtbar und nicht greifbar sind. Der Begriff 'Gas' wird von Kindern häufig mit 'negativen' Eigenschaften wie 'giftig', 'übel riechend' oder 'brennbar' assoziiert. 'Luft' hingegen verstehen sie als etwas Frisches und Gesundes (vgl. Kahlert 2007).

Bereits im Alter von fünf Jahren sind sich alle Kinder über die Existenz der Luft bewusst (vgl. Driver 1994). Die meisten Kinder erfassen sie jedoch nur in bewegten Phänomenen, bei denen die Luft spürbar wird. Die Existenz von Luft auch in statischen Situationen wird mit ca. acht Jahren akzeptiert. Dass die Luft nicht 'Nichts' ist und ein Gewicht besitzt, ist für viele Kinder intuitiv nicht vorstellbar. Selbst einige Kinder mit 12 Jahren haben noch die Vorstellung, dass Luft kein oder sogar ein negatives Gewicht besitzt, da sie Gase als etwas Leichtes sehen, das tendenziell nach oben steigt, ohne dabei eine Gewichtskraft auszuüben.

Luft ist für uns Lebewesen zum Atmen notwendig, was schon Kinder im Alter von fünf Jahren äußern. Mit acht Jahren wissen sie bereits, dass die eingeatmete und die ausgeatmete Luft verschieden sind. Kinder ab 12 Jahren unterscheiden auch qualitativ und äußern, dass die eingeatmete Luft mehr Sauerstoff als die ausgeatmete enthält und ein Gasaustausch beim Atmen stattfindet (vgl. Driver 1994).

Luft nimmt Raum ein

Für Kinder ist es generell kein Problem zu verstehen, dass sich auch in einem offenen Behälter nicht Nichts, sondern Luft befindet. Einige Schüler machen sogar Aussagen über die Verteilung der Luft, dass diese sowohl 'rein' als auch 'raus' geht. Im Gegensatz dazu, sind sich nur wenige jüngere Schüler sicher (erst mit 12 Jahren), dass sich auch in einem geschlossenen Behälter Luft befindet und diese den Platz beansprucht. Die Eigenschaft der Gase, durch Volumenänderung komprimiert zu werden, ist in den Vorstellungen der Kinder ab 12 Jahren enthalten (vgl. Driver 1994).

Warme und kalte Luft

Kinder vermuten vor dem Unterricht, dass Luft erwärmt oder gekühlt werden kann, jedoch ohne dabei ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften zu ändern. Zustandsgrößen wie Volumen oder Dichte werden in ihren Vorstellungen und Erklärungen nicht berücksichtigt. Bei einer Versuchsanordnung, in der eine "leere" Flasche mit einem auf den Flaschenhals gestülpten Luftballon in heißes Wasser gestellt wird, sind sich die Kinder durchaus bewusst, dass die erwärmte Luft in den Luftballon "rein" geht, sie denken aber auch, dass die Flasche dadurch unten leer wird. Die Kinder denken also vielmehr, dass erwärmte Luft nach oben steigt und weniger, dass sie sich in alle Richtungen ausdehnt und mehr Raum benötigt.

Luftdruck

Das Phänomen des Luftdrucks ist den Kindern weniger zugänglich, da sie ihn selbst nur in bestimmten Situationen bewusst erfahren haben (Bergsteigen, Flugzeug). Dennoch äußern bereits jüngere Kinder im Alter von acht Jahren, dass die Luft einen Druck auf Gegenstände ausüben kann, wobei jedoch angenommen wird, dass dies nur möglich ist, wenn die Luft durch eine externe Kraft bewegt wird. Statische Zustände werden demnach ausgeschlossen (unbewegte Luft tut "nichts").

Was die Richtung der Kraft betrifft, die durch den Druck wirkt, so denkt ein Viertel aller 12-Jährigen, dass diese in Bewegungsrichtung der externen Kraft oder - bei bewegter Luft (Wind) - ausschließlich nach vorne gerichtet ist. Nur einige Kinder äußern, dass die Kraft in alle Richtungen wirkt (ein Drittel der 16-Jährigen) und auch statische Luft eine nach unten gerichtete Kraft ausübt.

Bei der Verwendung von Alltagsgegenständen wie Strohhalm oder Spritze gibt es lediglich die Vorstellung des Saugens und Ziehens (durch den "Unterdruck") und nicht, dass der größere äußere Luftdruck die Flüssigkeit in den Halm bzw. in die Spritze drückt (siehe auch Sachinformationen), was auch bei den 16-Jährigen nur ein Drittel richtig äußert. Dies hängt damit zusammen, dass sich die Kinder bei Erklärungen zum Luftdruck erst mit 16 Jahren auf Vergleiche und Unterschiede zwischen innerem und äußerem Luftdruck beziehen, was in den vorhergehenden Altersphasen nicht berücksichtigt wird (vgl. Driver 1994, Kahlert 2007).

2 Ergebnisse einer Akzeptanzbefragung

Von Maurus wurde 2006 mittels einer Akzeptanzbefragung untersucht, welche physikalischen Vorstellungen die Kinder zu Luft akzeptieren. Der Grundgedanke der Methode der Akzeptanzbefragung ist es, den Kindern die physikalische Sicht eines Phänomens darzubieten und anschließend herauszufinden, ob diese angebotenen Ideen überhaupt akzeptiert wurden, was die Schüler davon und wie sie es verstanden haben. Damit simuliert die Akzeptanzbefragung in gewisser Weise eine Einzel-Lehrsituation, in der versucht wird herauszufinden, ob Kinder ein didaktisch strukturiertes Angebot akzeptieren und verstehen können. Zur Überprüfung der Angemessenheit eines Lehrangebotes erscheint dies eine plausible Untersuchungsmethode.

Befragt wurden hier zehn eher leistungsstarke sechs- bis siebenjährige Schülerinnen und Schüler – davon jeweils fünf Mädchen und Jungen – einer ersten Klasse der Grundschule. Ein Unterricht über das Thema Luft hatte zum Zeitpunkt der Befragung noch nicht stattgefunden.

Die Bedeutung von Luft für uns als Lebewesen

Nach dem Impuls, dass die Luft sowohl für die Menschen als auch für Tiere und Pflanzen wichtig sei, artikulierten die Schülerinnen und Schüler ihre Gedanken und Vorstellungen zur

Relevanz der Luft. Dabei konnte festgestellt werden, dass die meisten Schülerinnen und Schüler die Luft in Verbindung mit dem Atmen als lebensnotwendig sahen. Zwei der befragten Schülerinnen und Schüler differenzierten die Atemluft sogar qualitativ und benannten den Sauerstoff als den Stoff, den wir aus der Luft zum Atmen benötigen. Ein Schüler verwies darüber hinaus auf die Beeinträchtigung der "gesunden" Luft durch die Luftverschmutzung.

Luft als Materie spürbar machen/ Luftwiderstand erfahren

Als Gesprächsbasis standen zwei verschiedene Versuche zur Verfügung. Anknüpfend an den Erfahrungsaustausch zur lebensnotwendigen Funktion der Luft, sollten die Schülerinnen und Schüler in einer Atemübung den eigenen Atem spüren. Dazu hielten die Schülerinnen und Schüler ihre Hand vor den Mund und atmeten bewusst ein und aus. Alle Schülerinnen und Schüler äußerten daraufhin, die Luft sei auf der Handfläche zu spüren. Einige Schülerinnen und Schüler bezeichneten den Atem als Wind, was dahingehend gedeutet werden kann, dass die Schülerinnen und Schüler ansatzweise zwischen bewegter und unbewegter Luft unterscheiden können. In der Aussage eines Schülers, die Luft würde auf seine Handfläche einen 'Stoß' ausüben, deutet sich eine Vorstellung davon an, dass bewegte Luft eine Kraft ausüben kann.

Im zweiten Versuch sollte den Schülerinnen und Schülern durch das Schwingen einer Styroporplatte ebenfalls gezeigt werden, dass Luft spürbar gemacht werden kann. Fast alle Schülerinnen und Schüler äußerten, im Versuch die Luft (als Wind) spüren zu können. Die Erfahrung, beim Schwingen der Platte einen Luftwiderstand zu spüren, wurde als solches nicht von allen Schülerinnen und Schülern erkannt. Mehrere Schülerinnen und Schüler zeigten jedoch in ihren Äußerungen, dass Ansätze diesbezüglich vorhanden waren: "Die Platte schiebt die Luft weg", "Die Luft geht gegen die Platte", "Die Luft wird weggedrückt", "Die Luft stoppt die Platte".

Luft nimmt Raum ein

Die Schülerinnen und Schüler hatten in einem Experiment die Aufgabe, zu versuchen, einen Luftballon in einer Flasche aufzublasen. Dazu standen zwei Flaschen zur Verfügung: Eine Flasche war mit einem Loch im Boden versehen, die andere war verschlossen. Nach der Durchführung des Versuches äußerten alle Schülerinnen und Schüler, sie hätten den Ballon nur in der "offenen" Flasche aufblasen können. Dabei bezogen sie sich in ihren Begründungen auf das Vorhandensein des Lochs.

Die Erklärungsversuche dazu, was das Loch in diesem Fall genau bewirke, fielen allerdings sehr unterschiedlich aus. Die Hälfte aller Schülerinnen und Schüler gab an, dass die Luft durch das Loch aus der Flasche entweichen könne. Ebenso erklärte die Hälfte der Schülerinnen und Schüler, dass der Ballon Platz in der Flasche benötige. Aber lediglich zwei Schülerinnen und Schüler brachten die entweichende Luft damit in Verbindung. Andererseits äußerte die Hälfte der befragten Schülerinnen und Schüler, die Luft könne durch das Loch in die Flasche hinein. Um Fehlkonzepte zu vermeiden, wurde den Schülerinnen und Schülern eine richtige Erklärung zum Phänomen gegeben, und sie wurden aufgefordert, die Erklärung mit eigenen Worten wieder zu geben. Bei der Hälfte der befragten Schülerinnen und Schüler stimmte die Erklärung vollständig mit der zutreffenden physikalischen Erläuterung überein.

Luft kann eine Kraft auf Gegenstände ausüben und sie antreiben oder bremsen

Den Schülerinnen und Schülern sollte im ersten Versuch vorgeführt werden, dass bewegte Luft (hier aus einem Fön) Kraft ausüben und ein Auto antreiben kann. Auf die Frage, was beim Anschalten des Föns passieren würde, antworteten alle Schülerinnen und Schüler, dass sich das Auto daraufhin bewegen und losfahren würde. Alle Schülerinnen und Schüler brachten damit die aus dem Fön strömende Luft in Verbindung mit einem Antrieb. Ein Schüler bezeichnete die Luft als Wind, um den Aspekt der bewegten Luft zu beschreiben. Drei der

Schülerinnen und Schüler begründeten die Bewegung des Autos aufgrund der Kraft der aus dem Fön stammenden Luft. Vier andere Schülerinnen und Schüler umschrieben dies damit, dass die Luft aus dem Fön stark sei.

In einem weiteren Versuch sollte die Bremswirkung anhand eines selber gebastelten Fallschirms aufgezeigt werden. Die Schülerinnen und Schüler wurden gebeten, den Flugverlauf des Fallschirms zu beschreiben. Alle Schülerinnen und Schüler bezeichneten (auch schon vor der Demonstration) den Flugverlauf als langsam. Die Erklärungen und Vorstellungen für das langsame Fliegen des Fallschirms fielen dabei hinsichtlich physikalisch korrekter Vorstellungen vereinfacht aus. Neun von zehn Schülerinnen und Schülern machten für den Flugverlauf das "Hineingehen" der Luft in den Schirm verantwortlich, was sich für sie in der auftretenden Wölbung des Schirms zeigte. Fünf der Schülerinnen und Schüler waren der Meinung, dass, bedingt durch die beobachtete Wölbung, die Luft nach oben wolle und dadurch den Schirm anheben würde. Zwei der Schülerinnen und Schüler machten direkt die Luft für den langsamen Fall verantwortlich und äußerten, dass die Luft den Fallschirm bremse.

Nach dem Angebot der richtigen Erklärung zeigte sich jedoch in den Paraphrasierungen der Schülerinnen und Schüler, dass nicht die angebotene Erklärung sondern weiterhin eigene Ideen eingebracht wurden.

Luft ist komprimierbar und expandierbar

Zu diesem Aspekt wurde für den Versuch eine Spritze verwendet. Nach einer begrifflichen Klärung der einzelnen Bestandteile der Spritze (Kolben, Zylinder) war es im ersten Teil des Versuchs Aufgabe der Schülerinnen und Schüler, den Kolben in den Zylinder zu drücken, wobei die Öffnung der Spritze mit einem Finger zugehalten wurde. Alle Kinder machten Äußerungen darüber, dass sich Luft in der Spritze befinde. Das Hineindrücken des Kolbens wurde von fünf der Schülerinnen und Schülern als schwer empfunden. Lediglich zwei der Schülerinnen und Schüler begründeten dies mit dem Vorhandensein der Luft, die nicht entweichen könne, solange die Öffnung zugehalten werden würde. Weiterhin erklärten jeweils zwei der Schülerinnen und Schüler, dass die Luft reingedrückt bzw. "gequetscht" würde.

Im Anschluss an die Kompression wurde im zweiten Teil des Versuchs der Kolben losgelassen, wodurch dieser wieder seine Ausgangsposition einnahm. Des Weiteren sollten die Schülerinnen und Schüler versuchen, den Kolben aus der Ausgangsposition aus dem Zylinder herauszuziehen. Vier der Schülerinnen und Schüler äußern beim Loslassen des Kolbens, dass dieser (von selbst) wieder herauskäme. Zwei Schülerinnen und Schüler begründeten dies mit der Aussage, die Luft wolle sich, nachdem sie zusammengedrückt wurde, auch wieder ausbreiten und bringen damit diese beiden Eigenschaften der Luft in Verbindung. Bei der Aufgabe, den Kolben aus dem Zylinder zu ziehen, erklärten zwei der Schülerinnen und Schüler, dass die Luft dabei auseinander gezogen würde. Vier der Schülerinnen und Schüler verwendeten die Erklärung, dass die Luft herausgezogen werden würde.

3 Übersicht über die Unterrichtssequenz

In der **ersten Einheit** "Luft im Alltag wahrnehmen" werden die Schülerinnen und Schüler in das Thema eingeführt und Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler mit Luft im Alltag verbalisiert. Die Forschermappen werden gestaltet.

In der **zweiten Einheit** "Luft sichtbar und spürbar machen" wird erarbeitet, dass Luft, auch wenn wir sie nicht sehen und fassen können, trotzdem existiert. Neben einem

Lehrerexperiment, machen die Schülerinnen und Schüler in drei einfachen Schülerversuchen selbstständig Erfahrungen, wie Luft sichtbar und spürbar gemacht werden kann.

In der **dritten Einheit** "Luft hat ein Gewicht" wird in einem Lehrerexperiment gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern erarbeitet, dass Luft als Substanz zu betrachten ist und somit ein Gewicht hat. Hier werden zwei Varianten angeboten: Zunächst eine rein qualitative Bestimmung, die im Rahmen des Regelunterrichts empfehlenswert scheint. Mit größerem Aufwand verbunden ist eine quantitative Bestimmung, die eventuell auch in einer außerunterrichtlichen Experimentier-Arbeitsgruppe realisiert werden kann.

In der **vierten Einheit** stehen die physikalischen Eigenschaften "Luft nimmt Raum ein" und "Warme Luft braucht mehr Platz" im Vordergrund. Zusätzlich zu einer Lehrerdemonstration, werden an vier verschiedenen Stationen diese Eigenschaften in Schülerexperimenten erarbeitet.

In der **fünften Einheit** wird der Aspekt "Luft kann eine Kraft ausüben" thematisiert. Dabei werden drei Schülerversuche und ein Spiel zu den beiden Unteraspekten "Luft bremst" und "Luft treibt an" an vier Stationen angeboten.

In der **sechsten Einheit** "Wir benötigen Luft zum Atmen" steht die wichtigste Funktion der Luft für uns Lebewesen im Vordergrund. In einem gemeinsamen Kreisgespräch werden Aspekte zur Atmung erarbeitet. In einer Lehrerdemonstration wird zusätzlich gezeigt, dass sich eingeatmete und ausgeatmete Luft qualitativ unterscheiden.

Zusatzangebote: Hier finden sich Bastelanleitungen zu fünf verschiedenen Spielzeugobjekten (Windrad, Propeller, Fallschirm, fliegende Fische, tanzende Schlange).

In einer weiteren Einheit könnte näher auf den ökologischen und den gesundheitserziehenden Aspekt der Luft eingegangen werden. Es könnte die Bedeutung frischer Luft für die Gesundheit und des regelmäßigen und umweltgerechten Lüftens thematisiert werden. Bewegungspausen an frischer Luft sowie das Erlernen verschiedener Atemübungen wären möglicher Inhalt dieser Einheit. Weiterhin könnten (im Rahmen der Umwelterziehung) mit den Schülerinnen und Schülern in einem Gespräch Möglichkeiten erarbeitet werden, wie sie selbst zur Reinhaltung der Luft beitragen können.

4 Literaturhinweise

- *Driver, R.; Squires, A.; Rushworth, P.; Wood-Robinson, V. (1994): Making sense of secondary science. Routledge, London*
- *Hasselhorn, M.; Mähler, C. (1998). Wissen, das auf Wissen baut: Entwicklungspsychologische Erkenntnisse zum Wissenserwerb und zum Erschließen von Wirklichkeit im Grundschulalter. In: Kahlert, J. (Hrsg.) Wissenserwerb in der Grundschule: Perspektiven erfahren, vergleichen, gestalten. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 73-89*
- *Maurus, M. (2006): Kinder und ihre Vorstellungen zu Luft. unveröffentlichte Zulassungsarbeit für das Lehramt an Grundschulen, Universität München*
- *Kahlert, J.; Demuth, R. (Hrsg.) (2007): Wir experimentieren in der Grundschule. Einfache Versuche zum Verständnis physikalischer und chemischer Zusammenhänge. Köln: Aulis Verlag*