



Bewegungen dokumentieren

Bewegungen gehören zu unserem Alltag. Wenn Kinder diese dokumentieren, setzen sie sich auf unterschiedliche Arten mit physikalischen Sachverhalten auseinander.

Text und Fotos: Martina Cavelti

Bewegte Objekte faszinieren bereits Säuglinge. Sobald ein Kind in der Lage ist, Gegenstände zu halten, lässt es diese fallen und beobachtet die Fallbewegung. Fallen Gegenstände wirklich immer hinunter? Verhalten sie sich im Fallen gleich? Studien zeigen, dass Säuglinge früh unterscheiden, ob es sich um eine Bewegung eines lebenden (willkürliche Bewegungen) oder eines leblosen Gegenstandes handelt.

Bewegungen gehören zu unserem Leben. Die Erde dreht sich. Sonne und Mond wandern scheinbar über den Himmel. Wir selbst bewegen uns: erst auf dem Bauch robbend, dann kriechend, später spazierend. Fliegen, eine Bewegung im dreidimensionalen Raum, fasziniert die Menschen seit jeher.

Jedes kleinste Teilchen bewegt sich fortwährend. Diese sogenannte zufällige Bewegung ist unter dem Namen Brownsche Bewegung bekannt. Auslöser ist die Wärme(energie): Je wärmer, desto schneller bewegen sich die Teilchen. Beim absoluten Nullpunkt (-273°C – kälter kann es nicht werden) würden sich die Teilchen gar nicht mehr bewegen.

Beschleunigungen

Kinder lieben Bewegung. Sie rennen, bewegen die Arme und springen auf und ab. Fahrzeuge

wie Trottinette, Bobbycars aber auch Velos gehören zu ihrem Alltag. Sie fahren damit herum, beschleunigen, bremsen ab, fahren Kurven. Kinder wollen möglichst hoch schaukeln – sie rufen «höher» oder «schneller». Kickt jemand beim Fussballspiel zu hart, rollt der Ball immer schneller den Abhang hinunter. Wirft man einen Ball in die Luft, bremst er auf dem Weg nach oben immer mehr ab, kommt am höchsten Punkt zum Stillstand, ändert seine Bewegungsrichtung und fällt wieder nach unten. Beim Herunterfallen nimmt die Geschwindigkeit gleichmässig zu.

Kinder stellen Bewegungen dar

Die Auseinandersetzung mit Bewegung fördert das genaue Beobachten und regt zu Forschungsfragen an. Die Kinder betrachten einerseits gleichförmige Bewegungen (gleichmässig gehen oder rennen) und andererseits beschleunigte Bewegungen (anfahren, bremsen oder freier Fall). Kinder können Bewegungen auch akustisch wahrnehmen. Eine Kugel, die horizontal über den Boden rollt, tönt anders als eine Kugel, die hinunterrollt. Die Beschleunigung ist als immer höher werdendes Summen hörbar. Die Bewegungen mit dem Körper nachmachen und -empfinden ermöglicht weitere Erfahrungen.

Die Kinder vergleichen im Gespräch ihre Körperbewegungen mit den Bewegungen der Gegenstände. Aussagen wie «Du darfst nicht schneller werden» oder «Das sind immer gleich grosse Schritte in der gleichen Zeit» unterstützen sie dabei, sich gleichförmig zu bewegen. Bei der gleichmässig beschleunigten Bewegung vergleichen die Kinder die Anfangssituation (Stillstand) und Endsituation (hohe Geschwindigkeit) miteinander.

Die Kinder verbalisieren Beobachtungen und erweitern so ihren Wortschatz. Sie hören und verwenden Begriffe wie «gleich schnell», «wird auf dem Weg nach unten immer schneller» oder «es bewegt sich immer gleich» sowie Satzbauteile, die Vergleiche ausdrücken, wie «das Kind, das rennt, ist schneller als das Kind, das spaziert.»

Dokumentieren

Die Kinder bringen die beobachteten dreidimensionalen Bewegungen zweidimensional aufs Papier. Das Raumvorstellungsvermögen ist ebenso relevant wie die Kompetenz, sich auf das Wesentliche zu fokussieren und Beobachtungen adäquat aufs Papier zu bringen. Die Kinder entwickeln ein für sie individuell gültiges Darstellungssystem.



Ein Mädchen spielt Jojo

Die Pfeile links in Zeichnung 1 geben die Bewegungsrichtung an. Rechts sind neben dem Jojo nur Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit dargestellt. Je breiter der Balken, desto schneller bewegt sich das Jojo. Die Fehlvorstellung, das Jojo werde schlagartig schneller (durch den eckigen Übergang in der Mitte angedeutet), kann durch eine Konfrontation umgedeutet werden. Das Kind erkennt, dass die Geschwindigkeit stetig zunimmt und bringt dies in den nächsten Zeichnungen zum Ausdruck.

Autos fahren eine Rampe hinunter

Die himbeerrote Fläche (Zeichnung 2) stellt die Geschwindigkeit dar: Je breiter die Fläche, desto schneller ist das Auto. Rolt der Wagen auf der Rampe, nimmt die Geschwindigkeit zu, in der Ebene nimmt sie wieder ab.



Zeichnung 2: Das Auto wird auf der Rampe schneller und bremst auf dem Boden wieder ab.



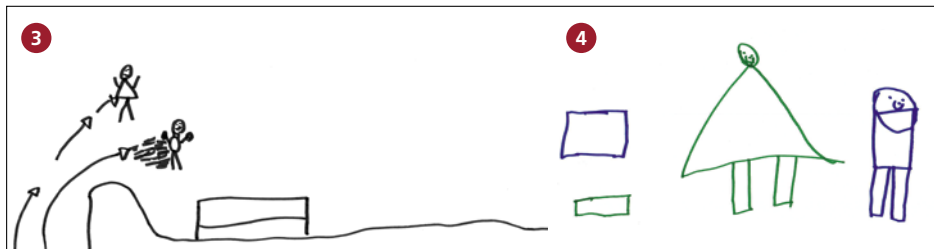
Zeichnung 1: Ein Mädchen spielt Jojo.

Individuelle Lösungen

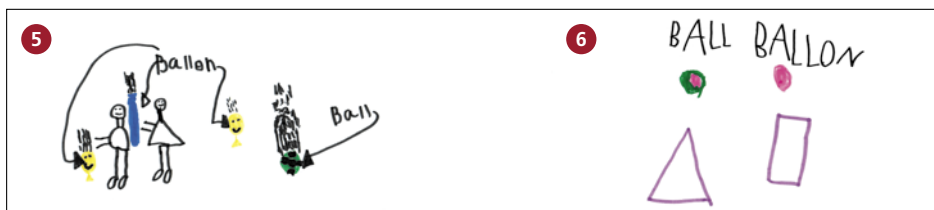
Je nach Alter, Vorstellungsvermögen und Können dokumentieren Kinder sehr unterschiedlich, wie die beiden konkreten Beispiele zeigen. Die Zeichnungen von Kaj (1. Schuljahr) sind detailtreu. Er legt Wert auf ein genaues Abbild des Gesehenen. Zudem kann er bereits eigenständig schreiben. Die Fähigkeiten von Vicky (2. Kindergarten) liegen weniger in der exakten Darstellung von Details, sie verfügt dafür über Abstraktionsvermögen.

Gleichförmige Bewegung

Durch die Striche hinter dem Jungen macht Kaj in Zeichnung 3 ersichtlich: Er bewegt sich schneller als das Mädchen. Jedoch macht er keine Angaben über Geschwindigkeitsänderungen. Vicky zeichnet neben dem Mädchen und dem Jungen Geschwindigkeits-Zeitdiagramme (Zeichnung 4). Je breiter der Balken, desto schneller die Kinder. Vicky ist der Transfer von der beschleunigten Bewegung zur gleichförmigen Bewegung gelungen, sie zeichnet die Balkenbreite immer gleich.



Zeichnungen 3 und 4: Kaj und Vicky dokumentieren ihren Wettlauf unterschiedlich.



Zeichnungen 5 und 6: Ballon und Ball fallen unterschiedlich.

Fallbewegung vom Ball und Ballon

Bei Kaj ist ersichtlich, dass der Ball schneller fällt, jedoch nicht, dass er im Gegensatz zum Ballon im Fallen beschleunigt (Zeichnung 5). Die Skizze von Vicky ist abstrakter. Neben Ball und Ballon enthält sie wiederum ein Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm. Die Darstellung für den Ball ist dreieckig. Die zunehmende Breite zeigt die Zunahme der Geschwindigkeit. Der Ballon hingegen fällt fast über die ganze Strecke gleichförmig. Die Geschwindigkeit nimmt nicht zu (Zeichnung 6).

Bewegungen vergleichen

Eine Gegenüberstellung verschiedener Bewegungen fördert die Auseinandersetzung mit der einzelnen Bewegung. Die Kinder können gleichartige Bewegungen wie Gehen und Rennen miteinander vergleichen. Wie das Beispiel mit dem Ball und dem Ballon zeigt, können sie aber auch verschiedenartige Bewegungen miteinander vergleichen. Was ist der Unterschied? Fällt der eine Gegenstand schneller oder langsamer als der andere? Wie kann dies dargestellt werden?

Die Kinder erreichen zwischen sechs und sieben Jahren eine unterschiedliche «Verständnistiefe». Sie erkennen zwar, dass die Bewegungen nicht gleichartig sind, verfügen aber nicht alle über eine geeignete Darstellungsform. Die Geschwindigkeit mit Balken darzustellen, die je nachdem wie schnell die Bewegung ist, in der Breite ändern, entspricht den feinmotorischen sowie kognitiven Fähigkeiten und kann den Kindern exemplarisch an einem konkreten Beispiel gezeigt werden. Ob das Lernziel erreicht

ist, können Kinder zeigen, indem sie diese Darstellung auf andere Beispiele übertragen. Nicht jedes Kind muss gleich darstellen können. Zentral ist, dass es konsistent dieselbe Form wählt, auch wenn diese nicht alle Komponenten der Bewegung aufgreift.

Unterrichtsidee mit Ahornsamen

Die Ahornsamen bewegen sich wie kleine Propeller vom Baum herab, lassen sich vom Wind treiben und mitnehmen. Dabei kann das Phänomen des Fliegens und Fallens näher untersucht werden.

Ist die Neugierde geweckt, sollen die Kinder selbst ausprobieren, wie die Ahornsamen fallen. Wie verhalten sie sich, wenn sie in grosser Höhe losfliegen? Was macht ein Windstoss mit den Samen? In dieser Spielphase kann der Fokus der Kinder auf das Beobachten gelenkt werden. Anregungen, wie «Hast du schon mal ausprobiert, was passiert, wenn du den Samen von weiter oben fallen lässt?» führen die Kinder zu Forscherfragen.

Wie werten wir die Experimente mit den Kindern aus? Können wir den Gedankenaustausch der Kinder untereinander fördern? Gibt es Schlüsselbegriffe, die zum Erklären und Verstehen wichtig sind?

Dokumentieren die Kinder die Bewegung, bevor sie diese mündlich beschreiben, kann sich jedes zuerst einzeln mit der Aufgabe auseinandersetzen. Die Zeichnungen lassen sich deshalb

auch zur Überprüfung der Lernziele nutzen. Sie zeigen neben naturwissenschaftlichen Komponenten wie Beobachtungs- sowie Dokumentierfähigkeit auch die Kompetenzen der Feinmotorik und der Präzision der Darstellung.

Wie muss ein Gegenstand geformt sein, damit er in einer ähnlichen Bewegung fällt? In Gruppen erhalten die Kinder Materialien wie Zeitungspapier, Karton, Büroklammern, getrocknete Bohnen oder Kichererbsen, Klebeband, Schnur mit dem Auftrag, etwas zu bauen, das ein vergleichbares Fallverhalten hat wie die Ahornsamen. Um die beobachteten Bewegungseigenschaften auf das Bastelobjekt zu übertragen, ist Kreativität gefragt. In der Zusammenarbeit üben die Kinder Teamfähigkeit und Kommunikation.

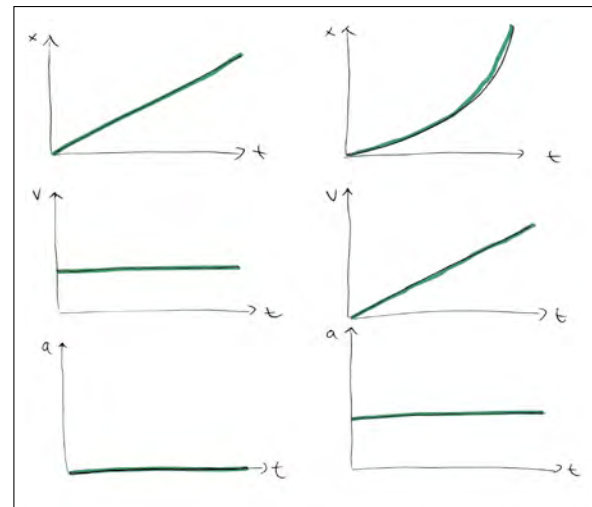
Fachwissenschaftlicher Hintergrund für Lehrpersonen

Der **Ort** gibt die Position eines Gegenstandes im Raum an. Die Beschreibung hängt von der Wahl des Koordinatensystems ab, das über einen Ursprung «0» und über drei Richtungsachsen verfügt, mit denen der Ort eindeutig dargestellt werden kann.

Die **Geschwindigkeit** beschreibt, wie schnell und in welcher Richtung ein Objekt im Lauf der Zeit den Ort verändert. Angegeben wird der Betrag (wie gross sie ist) und die Richtung (in welche Richtung sie ausgeführt wird). Der Betrag der Geschwindigkeit wird in Metern pro Sekunde (m/s) oder im Alltag oftmals mit Kilometern pro Stunde (km/h) angegeben. 1 km/h ist fast viermal grösser als 1 m/s.

Die **Beschleunigung** beschreibt die Änderung der Bewegung (genauer des Bewegungszustands) eines Objektes. Umgangssprachlich bezeichnet Beschleunigung eine Steigerung des «Tempos». Physikalisch gesehen ist die Beschleunigung die momentane zeitliche Änderungsrate der Geschwindigkeit. Rein physikalisch ist jede Änderung einer Bewegung eine Beschleunigung, also auch ein Bremsvorgang oder eine reine Richtungsänderung bei einer Kurvenfahrt. Die Beschleunigung wird in Metern pro Quadratsekunde angegeben (m/s^2).

Gleichförmig ist eine Bewegung, die immer mit derselben Geschwindigkeit (also gleichbleibender Betrag UND gleichbleibende Richtung)



Links: gleichförmige Bewegung, rechts: gleichförmig beschleunigte Bewegung

erfolgt. Die Änderung des Ortes verhält sich linear zur verstrichenen Zeit. Dabei findet keine Beschleunigung statt.

Eine **gleichmässig beschleunigte** Bewegung wird schneller oder langsamer. Die Geschwindigkeitsänderung ist dabei linear in der Zeit, das bedeutet, das Objekt wird gleichmässig schneller oder langsamer. Die Position verändert sich dabei quadratisch, also nicht mehr linear oder gleichmässig. Der freie Fall ist bei kleinen Fallhöhen und vernachlässigbarem Luftwiderstand ein typisches Beispiel für eine gleichmässig beschleunigte Bewegung. Ein Ball, den ich aus zwei Metern Höhe fallen lasse, wird immer schneller, bis er am Boden aufschlägt.

In einem **Koordinatensystem** wird die dreidimensionale Bewegung eindimensional dargestellt. Bewegungen lassen sich in sogenannten $x(t)$ - und $v(t)$ -Diagrammen darstellen. Ein $x(t)$ -Diagramm (Ort-Zeit-Diagramm) zeigt uns, wo sich der Gegenstand während der laufenden Zeit befindet – es macht eine Ortsangabe. Das $v(t)$ -Diagramm (Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm) veranschaulicht die Geschwindigkeit des betrachteten Gegenstands im Laufe der Zeit.

Martina Cavelti

ist Chemikerin und Dozentin für Fachwissenschaften Chemie, für Fachdidaktik Chemie sowie Mensch & Umwelt an der PHZH.

