

8 Gewichte

Der Größenbereich *Gewichte* erfährt eine systematische Behandlung in den Klassenstufen drei und vier, was durch die angestrebte Verzahnung von Zahl- und Größenvorstellung begründet ist. Die Zahlraumerweiterung bis 1000 im dritten Schuljahr bildet dabei die Grundlage, die Einheiten Gramm und Kilogramm mit der Umrechnungszahl 1000 einzuführen. Gleichzeitig kann bei der Thematisierung dieses Größenbereichs insbesondere auf Messerfahrungen und -verständnis aus dem bereits behandelten Größenbereich *Längen* zurückgegriffen werden.

8.1 Besonderheiten



Gewicht und Masse

Wenn man von „Gewicht“ spricht, ist eigentlich die „Masse“ gemeint. Der Unterschied besteht darin, dass die Bestimmung der Masse ortsunabhängig, die des Gewichts – eigentlich *Gewichtskraft* – ortsabhängig ist. Beispielhaft sei hier der Vergleich von Mond und Erde angeführt. So ist die Masse eines Gegenstandes, z. B. einer Tafel Schokolade, sowohl auf dem Mond als auch auf der Erde gleich. Die Gewichtskraft gibt dagegen die Wechselwirkung an, die zwei Körper in Abhängigkeit der Fallbeschleunigung aufeinander haben; hier: Erde und Schokolade sowie Mond und Schokolade. Sie entspricht dem, was wir beim Hochheben als Gewicht wahrnehmen. Die dazugehörige Einheit ist Newton. Da auf dem Mond ($1,62 \text{ m/s}^2$)³⁶ eine andere Fallbeschleunigung vorliegt als auf der Erde ($9,81 \text{ m/s}^2$), führt dies zu einer unterschiedlichen Gewichtskraft (die umgangssprachlich Gewicht genannt wird). Eine Tafel Schokolade hat auf dem Mond ein(e) Gewicht(skraft) von etwa $1/6$ Newton und auf der Erde von etwa 1 Newton: Die Tafel Schokolade fühlt sich also auf der Erde etwa sechsmal so schwer an wie auf dem Mond, da die auf die Schokolade wirkende Kraft auf der Erde etwa sechsmal so stark ist wie auf dem Mond.

Waagen – abgesehen von der Balken- und Tafelwaage – sind auf den Messvorgang auf der Erde geeicht, indem eigentlich die Gewichtskraft gemessen wird und anschließend eine interne Umrechnung in die Einheiten Gramm und Kilogramm erfolgt. Damit sind diese Waagen für einen Messvorgang auf dem Mond ungeeignet, da es hier – aufgrund der zugrunde liegenden Umrechnungszahl der Fallbeschleunigung auf der Erde – zu einer falschen Maßangabe käme.

³⁶ Hierbei handelt es sich um Näherungswerte, die ortsabhängig sind. Zu den Polen hin nimmt die Gewichtskraft zu, am Äquator ist sie am geringsten. Die Unterschiede sind allerdings mit Blick auf Alltagsfragen irrelevant.

Bei der Größe Gewicht handelt es sich um eine physikalische Größe, die eine Eigenschaft eines Gegenstandes angibt, die – im Gegensatz zu den geometrischen Größen – nicht visuell wahrnehmbar ist. Dies hängt damit zusammen, dass sich das Gewicht aus einer Abhängigkeit von Volumen und Dichte eines Gegenstandes ergibt. Bei mentalen Vergleichen führt dies dazu, dass die Reduktion auf einen Volumenvergleich (ohne Berücksichtigung der Dichte) in vielen Fällen nicht erfolgreich ist. Da also neben dem Volumen – das aufgrund der Dreidimensionalität schon eine Herausforderung darstellt – auch noch die Dichte berücksichtigt werden muss, kann ein mentaler Vergleichsvorgang, abhängig von den zu vergleichenden Objekten, eine Herausforderung darstellen.

Darüber hinaus können auch paarweise manuelle direkte Vergleiche eine Herausforderung darstellen. So kann die gefühlte Wahrnehmung des Gewichts aufgrund eines unterschiedlichen Druckgefühls im Zusammenhang mit der Auflagefläche durchaus täuschen (Reuter 2006, S. 36).



Anregung zur Weiterarbeit

„Probieren Sie es aus: Was ist schwerer? Ein Blatt DIN-A4-Papier oder eine 1-Cent-Münze?“

Darüber hinaus sind geringe Gewichtsunterschiede nur schwer wahrnehmbar. Kinder sollten also die Erfahrung machen, „dass der direkte Vergleich von Gewichten durch ‚Fühlen‘ nur sehr begrenzt möglich ist“ (Grassmann 2001, S. 21) und so die Notwendigkeit einer Waagennutzung kennenlernen. Eine weitere Herausforderung besteht darin, dass sich das Gewicht von Gegenständen nur in einem kleinen Gewichtsbereich unmittelbar durch Wahrnehmung (in diesem Fall: Hochheben) erfahren lässt, da das Gewicht von Gegenständen schnell zu schwer ist.

Wie im Grundlagenkapitel dargestellt, handelt es sich bei einem Messvorgang um einen Vergleichsvorgang. Während dieser Vergleichsvorgang bei der Längenmessung – das Messwerkzeug, z. B. ein Zollstock, wird neben die auszumessende Länge gelegt (direkter Vergleich) – offensichtlich durchgeführt wird, ist er bei den meisten heutzutage gebräuchlichen Waagen nicht offensichtlich. Sichtbar wird er nur bei der Nutzung von Tafel- und Balkenwaagen, da bei diesen über die Nutzung der beiden Waagschalen ebenfalls ein direkter Vergleich durchgeführt wird. Man kann diese Waagen sowohl für qualitative Gewichtsvergleiche nutzen, indem die zwei zu vergleichenden Gegenstände auf die beiden Waagschalen gelegt werden, als auch für die Gewichtsbestimmung, indem man das auszuwiegende Objekt auf die eine Waagschale legt und auf die andere Waagschale Gewichts-

steine ergänzt, bis sich die Waagschalen im Gleichgewicht befinden. Durch Aufsummieren der Gewichtssteine erhält man das Gesamtgewicht. Damit Kinder die Gelegenheit haben, diesen zugrundeliegenden Vorgang zu erfahren, ist es wichtig, dass im Unterricht auch diese Waagentypen zum Einsatz kommen. Dies unterstützt den Aufbau des Messverständnisses wesentlich (Reuter 2008, S. 41).

Die angeführten Besonderheiten haben Auswirkungen auf die Anforderungen an das Schätzen. Während der Schätzvorgang im Größenbereich *Längen* durch ein mentales Aneinanderlegen einer Stützpunktlänge – und damit durch ein mentales Ausmessen – vollzogen wird, weist der Größenbereich *Gewichte* eine weitere Besonderheit auf. Findet eine Gewichtsschätzung statt, wird der zu schätzende Gegenstand – sofern möglich – hochgehoben und mental mit gespeicherten Stützpunkten verglichen. Dabei findet jedoch weniger ein mentales Ausmessen durch Vervielfachung (ein, zwei, drei ... Tafeln Schokolade) statt. Stattdessen wird der zu schätzende Gegenstand mental mit Stützpunkten verglichen, indem eine Einordnung in Hinblick auf ‚leichter‘, ‚etwa gleich schwer‘, ‚schwerer‘ stattfindet, an die sich dann in Orientierung an dem Ergebnis des ersten Vergleichs ein erneuter mentaler Vergleich mit einem weiteren Stützpunkt anschließt. Dies setzt sich fort, bis eine Angabe stattfinden kann. Bei Gegenständen, die nicht hochgehoben werden können, findet ein mentaler Aushandlungsprozess statt, der Wissen und Vorstellungen zu Volumen und Materialeigenschaften (insbesondere Dichte) umfasst. Diese Wissens- und Vorstellungskomponenten müssen zueinander in Beziehung gesetzt werden. Daneben gibt es auch Schätzvorgänge in Bezug auf das Gewicht, die letztlich auf Volumenvergleiche zurückzuführen sind: So hat ein Markthändler einen Volumenstützpunkt für 100 g Feldsalat gespeichert. Soll er 300 g Feldsalat einpacken, findet hier eine i. d. R. recht genaue Orientierung am Volumen statt.

8.2 Vorkenntnisse in unterschiedlichen Schuljahren

Kinder erfahren schon früh, dass Gegenstände unterschiedlich schwer sind. Dabei erleben sie auch immer wieder, dass größere Gegenstände durchaus auch leichter sein können als kleinere Gegenstände. Trotz dieser alltäglichen Erfahrungen zeigt sich, dass auch Drittklässler Gewichtsvergleiche in der Regel auf einen Volumenvergleich zurückführen und auch darüber begründen (Reuter 2011). Das ist einerseits darauf zurückzuführen, dass ein solcher Volumenvergleich in vielen Fällen – sogar bei unterschiedlicher Dichte – erfolgreich ist, andererseits hängt diese Reduktion auf das Volumen auch damit zusammen, dass Kinder erst in der zweiten Hälfte der Grund-

schulzeit für die Eigenschaft *Dichte* ein eigenständiges Konzept aufbauen (Smith et al. 1985). Er wird von Kindern in ihren Überlegungen der Einfachheit halber ausgeklammert. Die Schwierigkeit besteht darin, aus dem Verhältnis von Größe und Dichte die richtigen Schlussfolgerungen zu ziehen: Wenn zwei Körper gleich schwer sein sollen, muss ein Körper mit geringerer Dichte größer sein als ein Körper mit höherer Dichte (Reuter 2011, S. 279).

Das Verständnis für die Invarianz von Gewichten entwickelt sich im Laufe der Grundschulzeit. Dabei zeigt sich, dass ein Großteil der Drittklässler über ein Invarianzverständnis in Bezug auf *Gewichte* verfügt. Die Begründungen greifen hierbei in der Regel auf das Identitäts- sowie das Kompensationsargument zurück (Kap. 2). Ein kleinerer Teil der Drittklässler verfügt jedoch noch nicht über ein konsistent ausgebildetes Invarianzverständnis. Hier zeigt sich, dass diese Kinder insbesondere nicht (konsequent) die Kompensation erkennen, die in diesem Zusammenhang häufig mit einem Nichterkennen der Volumeninvarianz zusammenhängt. Diese Kinder argumentieren entweder über eine Zu-/Abnahme in einer Dimension, ohne die gleichzeitige Ab-/Zunahme in einer anderen Dimension zu berücksichtigen (Reuter 2011, S. 281). Vielen Kindern sind verschiedene Waagentypen – insbesondere digitale, aber auch analoge Personen- und Küchenwaagen – aus dem Alltag bekannt, und sie sind in der Lage, situationsadäquat eine passende Waage auszuwählen. Es zeigt sich aber, dass das Ablesen einer analogen Waagenskala nicht immer erfolgreich ist. Hier fällt es vielen Kindern schwer, die Skalierung zu verstehen. Selbst dann, wenn dem Kind das Messergebnis aus dem Wiegevorgang mit einer digitalen Waage für einen Gegenstand bekannt ist, kann ein anschließendes Wiegen auf einer analogen Waage dazu führen, dass das Kind ein völlig anderes Messergebnis abliest und dabei auch kein kognitiver Konflikt entsteht.

Viele Kinder geben vor der unterrichtlichen Behandlung im Größenbereich *Gewichte* die Einheit „Gramm“ sowie die umgangssprachliche Einheit „Kilo“ an. Nicht allen Kindern ist klar, dass diese umgangssprachliche Abkürzung „Kilo“ für „Kilogramm“ steht. Außerdem zeigt sich, dass die Kinder oftmals zu diesem Zeitpunkt auch noch nicht wissen, in welchem Verhältnis die Einheiten zueinander stehen und wann welche Einheit passenderweise genutzt wird. Hier zeigt sich im Laufe des dritten Schuljahres durch die unterrichtliche Auseinandersetzung ein deutlicher Wissenszuwachs (Reuter 2011, S. 283).

Die Kinder verfügen in der Regel über keine Stützpunktvorstellungen, auf die in Schätzprozessen zurückgegriffen werden kann. Durch häufige Wiege-, Fühl- und Vergleichsanlässe, die miteinander verzahnt sind, bauen sich hier im Laufe der Zeit Stützpunkte mit tragfähigen Vorstellungen auf, auf die in Schätzprozessen zurückgegriffen werden kann.