

# Die Größe Gewicht

Dinah Reuter

Bei der Behandlung der Größe Gewicht ist physikalisches Grundwissen gefragt: Was sind die Besonderheiten? Wie unterscheiden sich Gewicht und Masse? Wie funktionieren Waagen? Zudem müssen didaktische Wohnheiten hinterfragt werden.

## GEWICHT, MASSE UND GEWICHTSKRAFT

Bei dem, was umgangssprachlich mit Gewicht bezeichnet wird, handelt es sich genau genommen um die physikalische Größe Masse. Das Gewicht bzw. die Masse eines Körpers darf nicht mit der Gewichtskraft verwechselt werden, die auf ihn wirkt. Während die Masse eines Körpers an jedem Ort gleich ist, ist die Gewichtskraft ortsabhängig. Auf dem Mond erfährt ein Körper nur etwa ein Sechstel der Gewichtskraft, die er auf der Erde erfährt.

An einem festen Ort ist die Masse eines Körpers proportional zur Gewichtskraft, die der Körper dort erfährt. Wenn zwei Körper auf der Erde die gleiche Gewichtskraft erfahren, so sind die Massen der Körper also gleich und umgekehrt (s. auch **KASTEN „WAAGEN“** auf S. 42).

Die Basiseinheit der Masse ist Kilogramm (kg), die Gewichtskraft wird in Newton (N) angegeben. Die Einheit Kilogramm wird durch das Urkilogramm definiert. Es besteht aus einer Platin-Iridium-Legierung und wird im Internationalen Büro für Maß und Gewicht bei Paris aufbewahrt.

Entsprechend dem alltäglichen Sprachgebrauch, in dem sich der Begriff Gewicht für Masse durchgesetzt hat, kann dies für den Grundschulunterricht unkommentiert übernommen werden, da dies den alltäglichen Erfahrungen der Kinder entspricht. Eine Differenzierung der Wortwahl wäre zu diesem Zeitpunkt nicht altersgemäß.

Gewichte sind neben Geldwerten, Zeitspannen, Längen, Flächen und Rauminhalten in der Grundschule dem mathematischen Bereich „Größen“ zugeordnet. Wie die anderen Größen hat auch die Größe Gewicht ihre Besonderheiten, die man kennen muss, um im Unterricht angemessen handeln und reagieren zu können:

### ► Besonderheiten der Größe Gewicht

Beim Gewicht handelt es sich um eine Eigenschaft eines Körpers, die anders als seine Länge oder sein Volumen nicht mit den Augen wahrnehmbar ist. Viele Kinder im Grundschulalter sind aber noch in dem Denken verhaftet, dass die Größe eines Gegenstandes (als Verbindung von Länge und Volumen) für das Gewicht entscheidend ist.

Eine weitere Schwierigkeit, die beim Schätzen von Gewichten auftritt, besteht in der taktilen Wahrnehmung von Gewichten (beim Wiegen mit der Handwaage). Die unterschiedliche Auflagefläche zweier Gegenstände im paarweisen Vergleich (z. B. Blatt Papier versus ein 1-Cent-Stück) führt zu einem unterschiedlichen Druckgefühl und kann damit eine Fehleinschätzung des Gewichts zur Folge haben.

Fehleinschätzungen treten auch bei Gegenständen mit einem relativ geringen Gewichtsunterschied auf. Die Kinder müssen also auch die Erfahrung machen, „dass der direkte Vergleich von Gewichten durch ‚Fühlen‘ nur sehr begrenzt möglich ist“ (Grassmann 2001, S. 21) und daher der Rückgriff auf Balken- oder Tafelwaage für den objektiven direkten Vergleich nötig sein kann. (Untersuchungen des Physiologen Ernst Heinrich Weber im 19. Jahrhundert haben gezeigt, dass man durch manuellen Vergleich einen relativen Gewichtsunterschied von weniger als 2% nicht feststellen kann – <http://de.wikipedia.org/wiki/Weber-Fechner-Gesetz>, November 2008.)

Ob ein Gegenstand als „schwer“ oder „leicht“ empfunden wird, hängt zudem stark von subjektiven Maßstäben ab, so dass mit den Kindern eine Thematisierung in Richtung „(eher) schwer/leicht für die Größe“ stattfinden sollte.

Während beim Messen von Längen der Messvorgang als Vergleich bewusst vollzogen wird, verbergen die heute gebräuchlichen Waagen diesen Vergleichsvorgang: Heute gebräuchliche Waagen vergleichen das Gewicht eines Gegenstandes nicht mehr mit dem Gewicht von

Gewichtssteinen wie bei der Balkenwaage, sondern messen tatsächlich die Länge, um die eine Feder durch den Gegenstand gestreckt oder gestaucht wird, wenn sie Gewichtskraft erfährt (s. auch **KASTEN „GEWICHT, MASSE UND GEWICHTSKRAFT“** auf S. 40 und **KASTEN „WAAGEN“** auf S. 42). Dies führt zu einem unzureichenden Messverständnis bei den Kindern und muss dementsprechend bei der Erarbeitung im Unterricht berücksichtigt und aufgefangen werden.

### ► Die klassische Stufenfolge

Die systematische Behandlung der Größe Gewicht erfolgt üblicherweise im dritten Schuljahr im Anschluss an die Zahlraumerweiterung bis Tausend. Für die Einführung eines neuen Größenbereichs wird in der Literatur (z. B. Radatz et al. 1999, S. 230 ff.) die so genannte „klassische Stufenfolge“ empfohlen:

1. Sammeln von Erfahrungen in Sach- und Spielsituationen
2. direkter Vergleich von Repräsentanten
3. indirekter Vergleich mit nicht-standardisierten Maßeinheiten
4. indirekter Vergleich mit standardisierten Maßeinheiten

Ziel der Stufenfolge ist, dass die Kinder das Grundprinzip des Messens verstehen.

Es gibt jedoch auch Stimmen, die die Behandlung der Größenbereiche nach der klassischen Stufenfolge kritisieren. Diese Kritik bezieht sich vielfach auf die Kleinschrittigkeit, mit der eine Größe demnach erarbeitet wird. Das Vorgehen knüpft weder an die Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler an noch ist es am Lernweg des Einzelnen orientiert. Solch ein Vorgehen wird schnell zum „Krampf“ (Winter 1994, S. 17).

Ein Schwerpunkt der Stufenfolge liegt zudem auf dem Vorgang des Messens in Form des indirekten (Gewichts-) Vergleichs mit nicht-standardisierten und standardisierten Maßeinheiten. Allerdings belegen Untersuchungen zur Größe Längen, dass gerade beim Messen mit nicht-standardisierten Maßeinheiten Fehlvorstellungen bei den Schülerinnen und Schülern entstehen können. So kommen Bragg und Outhred (2000) zu dem Ergebnis, dass durch das Auszählen von „willkürlich gewählten“ Maßeinheiten die Wahrnehmung der Schülerinnen und

Schüler so stark auf den Zählprozess gelenkt wird, dass die notwendige Wahl einer Einheit und deren Bedeutung nicht ausreichend berücksichtigt wird. Peter-Koop (2001) merkt in diesem Zusammenhang an, dass oftmals auch nicht (ausreichend) thematisiert werde, wie damit umzugehen sei, wenn sich beim Messvorgang herausstellt, dass der auszumessende Gegenstand kein ganzzahliges Vielfaches der gewählten Einheit darstellt. In diesem Fall müsse mit den Kindern eine systematische Unterteilung der Einheit erarbeitet werden, da es sich hierbei um einen grundlegenden Aspekt beim Messvorgang handele.

Aus den genannten Gründen sollte sich der Ablauf des Unterrichts nicht zwanghaft an der klassischen Stufenfolge, sondern an den Vorerfahrungen der Kinder orientieren und an diese anknüpfen. Es kann hilfreich sein, wenn sich die Lehrkraft mit Hilfe der in der Stufenfolge formulierten Schritte die Gesamtheit der Thematik bewusst macht. Die Behandlung der dritten Stufe kann dazu genutzt werden, den Vergleichsvorgang, der dem Messen zugrunde liegt, intensiver zu thematisieren, da dieser bei den heutigen Waagen nicht offensichtlich durchgeführt wird. Wichtig ist dann allerdings, die jeweiligen Handlungssituationen mit den Kindern anschließend im Unterrichtsgespräch aufzuarbeiten, um Fehlvorstellungen vorzubeugen.

Der Aufbau von Größenvorstellungen, der auch in den Bildungsstandards gefordert wird, findet in den Ausführungen der Stufenfolge keine explizite Erwähnung. Doch erfordert gerade dieses Ziel ein besonderes Augenmerk, da erst Größenvorstellungen den sicheren Umgang mit Größenangaben ermöglichen. Sie helfen zudem dabei, „beim Lösen von Sachaufgaben die Resultate mit sinnvoller Genauigkeit anzugeben und unsinnige Ergebnisse als solche zu erkennen“ (Grund 1992, S. 42).

### ► Aufbau von Größenvorstellungen

Für den Aufbau von Größenvorstellung ist es unerlässlich, dass die Kinder bereits eine gute Zahlvorstellung entwickelt haben. Nur so können Kinder begreifen, was es heißt, dass tausend 1-Gramm-Gewichtssteine einem 1-kg-Gewichtsstein entsprechen. Die Kinder müssen also Vorstellungen von Zahlverhältnissen aufbauen, um Größenangaben einordnen zu können.

Des Weiteren bilden Größenvorstellungen die Grundlage für einen angemessenen Schätzprozess. Nur wer be-



1 Einfache Balkenwaage



3 Eine Zeigerwaage misst die Auslenkung eines Gewichts an einem Hebelarm



2 Bei der Tafelwaage befinden sich die Waagschalen oberhalb des Waagbalkens

### WAAGEN

Waagen messen nicht die Masse, sondern die Gewichtskraft. Wegen der Proportionalität von Masse und Gewichtskraft kann die Gewichtskraft aber leicht in die Einheit Kilogramm „umgerechnet“ werden (s. auch **KASTEN „GEWICHT, MASSE UND GEWICHTSKRAFT“** auf S. 40).

Beim Wiegen mit Hebelwaagen (Balkenwaage **1**, Tafelwaage **2**, Zeigerwaage **3**, Laufgewichtswaage **4** **5**) wird die Gewichtskraft durch direkten Vergleich bestimmt. Diese Waagen müssen deshalb nicht auf die örtliche Gewichtskraft eingestellt werden, da die Gewichtskraft, die auf einen Gegenstand in der einen Waagschale wirkt, direkt verglichen wird mit der, die auf Gewichtssteine in der anderen Waag-



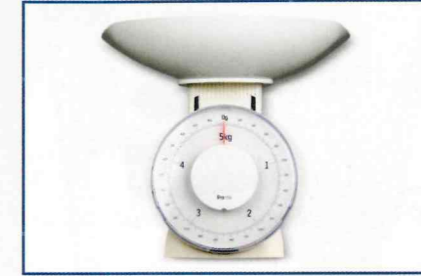
4 Laufgewichtswaagen basieren auf dem Hebelgesetz: Durch Verschieben eines Gewichts ...



6 Bei der einfachen Federwaage wird die Verlängerung einer Feder gemessen



5 ... wird Gleichgewicht hergestellt



7 Ebenfalls eine Federwaage

schale bzw. am anderen Ende des Hebels wirkt. Auf dem Mond verringert sich die Gewichtskraft auf beiden Seiten gleichzeitig, so dass das Messergebnis korrekt bleibt. Die meisten heute gebräuchlichen Waagen messen jedoch das Gewicht über die Verformung einer Feder oder einer Membran o. Ä. (Federwaage **6**, Küchenwaage **7**). Der Federweg verhält sich proportional

zur Gewichtskraft, deshalb kann die gemessene Länge in eine Angabe der Masse umgerechnet werden. Damit sind diese Waagen auf den Messvorgang auf der Erde mit der entsprechenden Gewichtskraft geeicht. Auf dem Mond eingesetzt würde die Feder weniger verformt und man erhielte falsche Ergebnisse (für eine 100-g-Tafel Schokolade würden nur 17 g angegeben).

reits auf Stützpunktwissen zurückgreifen kann, kann das Gewicht eines Gegenstandes schätzen. Ohne diese Grundlage muss beziehungslos geraten werden. Gemeinsam mit den Kindern sollten Repräsentanten für die Standardgrößen (1 g, 10 g, 100 g, 200 g/250 g, 500 g sowie 1 kg) gefunden werden, auf die die Kinder dann beim Schätzprozess Bezug nehmen. Dabei muss mit den Kindern erarbeitet werden, dass es sich beim Schätzen um das „Ermitteln einer ungefähren Größenangabe auf der Basis eines gedanklichen In-Beziehungsetzen“ (Bönig 2001, S. 43) handelt. Eine Schwierigkeit, die in diesem Zusammenhang auftritt, besteht darin, den Kindern deutlich zu machen, dass es nicht das eine richtige Schätzergebnis gibt. Stattdessen muss thematisiert werden, welche Situationen welchen Genauigkeitsgrad erfordern. In diesem Zusammenhang sollte mit den Schülerinnen und Schü-

lern auch der „Genauigkeitsanspruch“ einer Waage hinterfragt und diskutiert werden.

### ► Eigene Erfahrungen machen, Zusammenhänge sehen

Insgesamt muss der Lehrkraft bewusst sein, dass nur der handelnde Umgang und die aktive Auseinandersetzung mit dem Lernstoff bei Kindern zu dauerhaftem und vernetztem Wissenszuwachs führt. Dies bedeutet, dass die Kinder ausreichend Gelegenheit erhalten müssen, eigene Wiege- und Schätzerfahrungen zu machen. In diesem Heft finden Sie vielfältige Unterrichtsvorschläge, die die Anregungen aus dem Schulbuch ergänzen und entdeckendes Lernen ermöglichen. Immer ist jedoch darauf zu

achten, dass die Schülerhandlungen sich nicht in „blinden Aktionismus“ verlaufen, sondern in Unterrichtsgesprächen aufgegriffen, hinterfragt und dadurch vertieft werden.

Eine gute Gelegenheit bietet die Behandlung der Größe Gewicht, den Mathematik- mit dem Sachunterricht zu verbinden. So können parallel im Sachunterricht verschiedene Waagentypen betrachtet und gebaut werden oder das neu erworbene Wissen über Repräsentanten beim Lesen von Sachtexten mit Gewichtsangaben, z. B. über Tiere, genutzt werden. Durch das Verbinden der Fächer wird zusammenhängendes und vernetztes Wissen bei den Schülerinnen und Schülern angebahnt.

Bönig, D.: „Das Ungefähre der richtigen Antwort“ In: Die Grundschulzeitschrift 141 (2001), S. 43–45.  
Bragg, Ph.; Outhred, L.: Student's knowledge of length units:

Do they know more than rules about rulers? In: Nakahara, T.; Koyama (Hrsg.): Proceedings of the 24th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, vol. 2. Hiroshima 2000, S. 97–104.  
Grassmann, M.: „Fast jede Sache auf der Welt wiegt irgendetwas.“ In: Die Grundschulzeitschrift 141 (2001), S. 20–22.  
Grund, K.-H.: Größenvorstellungen – eine wesentliche Voraussetzung beim Anwenden von Mathematik. In: Grundschule 12/1992, S. 42–44.  
Peter-Koop, A.: Authentische Zugänge zum Umgang mit Größen. In: Die Grundschulzeitschrift 141 (2001), S. 6–11.  
Radatz, H.; Schipper, W.; Dröge, R.; Ebeling, A.: Handbuch für den Mathematikunterricht. 3. Schuljahr. Hannover 1999.  
Winter, H.: Sachrechnen in der Grundschule. Frankfurt am Main 1994.

Fotos:

- 1 © Roman Peter – Fotolia.com
- 2 © James Steidl – Fotolia.com
- 3 © Lennartz – Fotolia.com
- 4 & 6 © Lagui – Fotolia.com
- 5 © Ewe Degiampietro – Fotolia.com
- 7 © spe – Fotolia.com