

## „Das liegt am Hebelgesetz.“ Eine phänomenografische Untersuchung von Erlebensweisen Studierender zum Nussknacker

*In the present study, the research approach of phenomenography was used to show how science students interpret why a walnut is easier to crack with a nutcracker than with their bare hands. The students explain the easier cracking using the material properties of the nutcracker, a punctual application of force to the nut, an increase in force and the relationship between force and distance. If the lever law is used as a technical standard of comparison, however, these ideas prove to be only partially compatible. Furthermore, it was found that the students' ideas show strong similarities to the concepts of primary school children. Finally, it is discussed how a productive engagement with phenomena can be organised in the course of study that is compatible with the different ways of experiencing them in order to build up subject-specific and subject-didactic knowledge that provides students with a basis for designing science-related learning environments in which phenomena can be explored in a self-directed manner.*

### 1 Einleitung

Kahlert (2006) formuliert als Ziel des Sachunterrichts „Umwelt erschließen“. Auch im Perspektivrahmen Sachunterricht wird dieses Verständnis aufgegriffen. Sachunterricht soll Kinder unterstützen, ihre Umwelt sachbezogen zu verstehen und sie bildungswirksam zu erschließen, um sich schließlich in der Umwelt zu orientieren (vgl. GDSU 2013). Um das zu erreichen, soll Sachunterricht im Sinne einer doppelten Anschlussfähigkeit einerseits an die Lernvoraussetzungen der Kinder anknüpfen und andererseits einen Anschluss an das Wissen der Fachkulturen ermöglichen (vgl. GDSU 2013). Um diesem „Spannungsfeld“ (GDSU 2013: 10) gerecht werden zu können, ist es für angehende Lehrkräfte von Bedeutung, kindliche Zugänge und Vorstellungen zu Phänomenen zu kennen und andererseits ein gewisses fachliches sowie fachdidaktisches Wissen zu haben, um Lernsituationen zu gestalten (vgl. Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek 1997). Allerdings konnte in verschiedenen Untersuchungen festgestellt werden, dass Studierende und Lehrkräfte ganz unterschiedliche Wahrnehmungen zu Phänomenen haben, die von fachlichen Vorstellungen oftmals stark abweichen und die den Konzepten von Kindern sehr ähneln (vgl. z.B. Kahlert & Heran-Dörr 2007; Wodzinski & Zolg 2012; Barkhau, Kühn, Wilde & Basten 2021), obwohl alle Studierenden jahrelangen naturwissenschaftlichen Fachunterricht in der Schule hatten. Das lässt die Deutung zu, dass der erfahrene Unterricht nicht dazu geführt hat, Fachvorstellungen nachhaltig aufzubauen (Wodzinski & Zolg 2012). Vielmehr besteht das Problem, dass Studierende eine ablehnende Haltung ggü. naturwissenschaftlichen Inhalten entwickeln oder verfestigen. Studierende des Lehramts

Sachunterricht zeigen eine gewisse Distanz zu naturwissenschaftlichen Inhalten und verweisen dabei auf ihre eigenen Erfahrungen im Physikunterricht, der ihnen weder nachhaltiges Fachwissen noch den Bildungswert physikalischer Zugänge deutlich gemacht hat (Landwehr 2002; Grebe-Ellis & Müller 2019). Damit einhergehend existiert die Gefahr, dass naturwissenschaftsbezogene Inhalte nicht, selten oder oberflächlich unterrichtet werden und sich Vorbehalte auf Schüler\*innen übertragen (vgl. Grebe-Ellis & Müller 2019).

Von zentraler Bedeutung ist es daher, verstärkt Überlegungen anzustellen, wie Studierende bei der Entwicklung eigener Deutungen von Phänomenen unterstützt werden können (vgl. Ruesch Schweizer & Schumann 2023). Ein wesentlicher Bestandteil dabei ist die Auseinandersetzung mit Ideen und Methoden, die das (naturwissenschaftlich-fachliche) Verständnis von Phänomenen und gleichzeitig ein Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften (vgl. McComas 2017) fördern. Zentral ist dabei nicht auf die bloße Reproduktion von fertigen fachlichen Klärungen abzielen, sondern vielmehr Lernende dazu anzuregen, eigenständig zu entdecken, zu reflektieren und kritisch zu hinterfragen (vgl. Ruesch Schweizer & Schumann 2023, Wodzinski & Zolg 2011). Die Vorstellungen und das sogenannte „(Nicht-)Wissen“ (vgl. Ruesch Schweizer & Schumann 2023) der Studierenden zu sachunterrichtsrelevanten Phänomenen dienen als entscheidende Grundlage für die sachbezogene inhaltliche und reflektierte Auseinandersetzung mit diesen Phänomenen und werden als Potenzial aufgefasst, das genutzt werden sollte.

Im Folgenden wird, basierend auf dem Forschungsansatz der Phänomenografie (vgl. Marton & Booth 2014) und in Abgrenzung zum oftmals in der Lehr-Lernforschung gesetzten Paradigma eines Conceptual Change (vgl. u.a. Hopf & Wilhelm 2018; Gropengießer & Marohn 2018), untersucht, wie Studierende des Sachunterrichts erleben<sup>1</sup>, wahrnehmen und beschreiben, warum mit einem Nussknacker (Abb. 1) eine Walnuss leichter als mit der Hand geknackt werden kann. Abschließend werden am Beispiel des Nussknackers Überlegungen angestellt, wie auf Basis der Wahrnehmungen und Deutungen der Studierenden eine aktive naturwissenschaftsbezogene Auseinandersetzung mit Phänomenen im Sachunterrichtsstudium gestaltet werden kann, um die Studierenden für die Entwicklung naturwissenschaftsbezogener Lernsituationen zu sensibilisieren.

---

<sup>1</sup> Der Begriff des Erlebens im Zusammenhang mit dem Forschungsansatz der Phänomenografie wird in Abschnitt 3 genauer geklärt.

## 2 Zur Bedeutung der Vorstellungen Lernender im Sachunterricht

Die Auseinandersetzung mit Vorstellungen von Lernenden zu unterschiedlichen Phänomenen hat in der fachdidaktischen Lehr-Lernforschung einen hohen Stellenwert (vgl. u.a. Adamina, Kübler, Kalcsics, Bietenhard & Engeli 2018; Schecker, Wilhelm, Hopf & Duit 2018). Häufig wird dabei auf den kognitionstheoretischen Ansatz des Conceptual Change zurückgegriffen (vgl. u.a. Gropengießer & Marohn 2018; Möller 2022). Dieser Ansatz geht davon aus, dass Lernende bereits über ein aktiv konstruiertes Wissen verfügen, das sie durch vielfältige Alltagserfahrungen und Erfahrungen in Bildungsinstitutionen erworben haben (vgl. Hopf & Wilhelm 2018). Diese alltagsbasierten Konzepte weichen jedoch häufig von wissenschaftlich fundierten Vorstellungen ab. Ziel des Conceptual Change ist es daher, das bestehende Wissen auf Grundlage der sogenannten Präkonzepte der Lernenden in fachlich angemessene Konzepte umzustrukturieren. Dabei dürfen diese Konzepte nicht als vollständig austauschbar verstanden werden, wie es der Begriff in der deutschen Übersetzung suggeriert. Vielmehr beschreibt der Prozess des Conceptual Change eine Umstrukturierung, bei der neues Wissen in die bereits vorhandenen Wissensstrukturen integriert wird, sodass die Präkonzepte fachlich differenziert und erweitert werden können (vgl. Möller, Jonen, Hardy & Stern 2002; Schwelle, Lohrmann, Hartinger & Groß Ophoff 2013; Barkhau et al. 2019). Der Blick auf die Vorstellungen der Lernenden ist diesem Verständnis nach in hohem Maße defizitorientiert.

In der vorliegenden Untersuchung wird ein Vorstellungsbegriff abgelehnt, der Vorstellungen ausschließlich als Präkonzepte oder Vorverständnisse interpretiert, da dies zu einer abwertenden Sicht auf die individuellen Wahrnehmungen und Deutungen von Phänomenen führt. Stattdessen soll die Anschlussfähigkeit an bestehende Vorstellungen betont werden (vgl. Murmann 2004). Wahrnehmungen und Erklärungen der Studierenden werden wertschätzend aufgegriffen. Anstatt ihr Wissen als Defizit zu betrachten, wird das individuelle Phänomenerleben als Potenzial für weitere Lernprozesse verstanden (vgl. Schütte 2025; Ruesch Schweizer & Schumann 2023).

## 3 Phänomenografische Untersuchung: Erlebensweisen Studierender zum Nussknacker

Der forschungsmethodische Rahmen der vorliegenden Untersuchung basiert auf dem Ansatz der Phänomenografie (vgl. Murmann 2002, Marton & Booth 2014; Kallweit 2019). Dieser Ansatz geht von der Grundannahme aus (die sich in verschiedenen Studien auch empirisch bestätigt hat (vgl. Marton & Booth 2014; Kallweit 2019), dass die Welt stets eine von den

Menschen erlebte Welt ist und dass Phänomene in einer begrenzten Anzahl unterschiedlicher Weisen erlebt werden (vgl. Marton & Booth 2014; Kallweit 2019). Der Begriff „Phänomen“ wird im Sinne der Phänomenologie verwendet und damit von einem alltagssprachlichen Verständnis als „außergewöhnlich“ abgegrenzt. Ein Phänomen bezeichnet die verschiedenen Erscheinungsweisen eines Gegenstandes, die ganz unterschiedlich sein können – direkt wahrgenommen, erinnert, vorgestellt oder dargestellt. Entscheidend ist, dass etwas zu einem Phänomen wird, sobald es erscheint, erfahren oder verstanden wird (vgl. Zahavi 2007).

Das Phänomenerleben wird als Einheit von Wahrnehmung und Erkenntnis verstanden (vgl. Pech, Schomaker, Kiewitt & Lüschen 2012), in der auch Vorstellungen enthalten sind (vgl. Murmann 2013). Entsprechend werden Vorstellungen im Rahmen der Phänomenografie nicht als Vorverständnisse oder fachliche Präkonzepte, sondern als Erleben und somit „in einem spezifischen erfahrungsbezogenen Sinn konzeptualisiert“ (Kallweit 2019, 4). Anders als in der Conceptual-Change-Forschung zielt dieser Ansatz nicht darauf ab, kognitive Prozesse zu beschreiben. Vielmehr ist Lernen in der Phänomenografie als Veränderung des Phänomenerlebens zu verstehen (vgl. Kallweit 2019).

In phänomenografischen Studien liegt der Schwerpunkt darauf, zu untersuchen, welche Aspekte eines Phänomens für das erlebende Individuum im Vordergrund stehen, also *was* überhaupt wahrgenommen wird. Zudem wird analysiert, *wie* das erkennende Individuum diese Aspekte mit Bedeutungen versieht (vgl. Pech et al. 2012; Murmann 2013). Das *Wie* des Erlebens kann dabei in einen Innen- und einen Außenhorizont unterteilt werden. Damit bestimmte Phänomenaspekte wahrgenommen werden (Innenhorizont) und gleichzeitig vom Kontext unterschieden werden können (Außenhorizont), muss das wahrnehmende Individuum das Erfasste bereits als ein bestimmtes *Etwas* erkennen und diesem eine Bedeutung zuschreiben (vgl. Marton & Booth 2014; Kallweit 2019).

Das Ziel phänomenografischer Analysen besteht in der Entwicklung hierarchischer Kategoriensysteme, welche verschiedene Weisen des Erlebens desselben Ausschnittes von Welt beschreiben (vgl. Murmann 2013; Kallweit 2019). Die in diesen Kategoriensystemen dargestellten Erlebensweisen können anschließend, in Verbindung mit fachlichen Aspekten, als Ausgangspunkte für didaktische Überlegungen dienen (vgl. z.B. das Modell der didaktischen Rekonstruktion nach Kattmann et al. 1997), wie Lernenden ein vertieftes Verständnis der Phänomene ermöglicht werden kann, insbesondere im Hinblick auf fachlich fundierte Deutungen (vgl. Kallweit 2019).

In der vorliegenden Untersuchung wird die Funktionsweise des Nussknackers aufgegriffen. Mit einem Nussknacker kann man eine Nuss leichter (im Sinne von weniger kraftaufwendig) knacken als mit der bloßen Hand. Wird der Nussknacker als Sache im Unterricht eingebracht, geht es oftmals darum, das Hebelgesetz zu thematisieren, um zu erklären, warum die Nuss mit dem Knacker leichter zu öffnen ist (vgl. Schwelle et al. 2013; Naber 2016). Damit wird eine naturwissenschaftliche Perspektive auf den Nussknacker eingenommen. Das Hebelgesetz besagt, dass man mit einem längeren Hebel weniger Kraft aufwenden muss, um eine Last zu bewegen, als mit einem kürzeren Hebel. Es beschreibt das Verhältnis zwischen der Kraft, die man aufbringt, und dem Abstand (Hebelarm) vom Drehpunkt:  $F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$ . (vgl. Schwelle et al. 2013, Naber 2016).

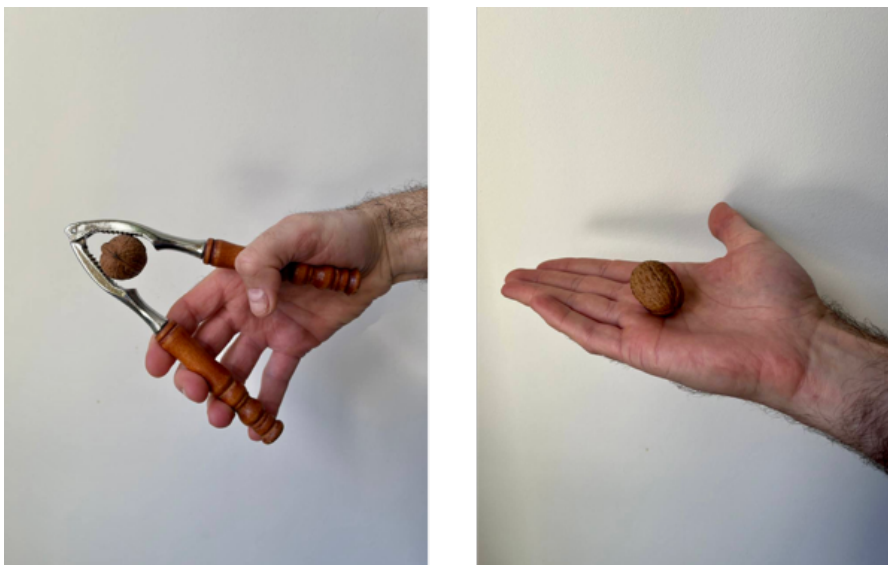


Abbildung 1: Fotoimpuls

Studierenden wurde ein Foto (Abb. 1) eines Nussknackers gezeigt und die Frage gestellt, warum sich eine Walnuss leichter (im Sinne von weniger kraftaufwendig) mit einem Nussknacker als mit der Hand knacken lässt. Es ist davon auszugehen, dass Studierende schon einmal eine Nuss geknackt haben. Es ist nicht notwendig, dass Studierende in der Erhebungssituation selbst Nüsse knacken müssen, um ihre Erlebensweisen zu rekonstruieren. In einer anderen Untersuchung konnte zudem gezeigt werden, dass über die Analyse schriftlicher Äußerungen Erlebensweisen sichtbar gemacht werden konnten, auch ohne dass die Studierenden das Phänomen unmittelbar gegenständlich erleben (vgl. Schütte 2025).

Im Mittelpunkt der phänomenografischen Analyse steht die Frage, wie Studierende das leichtere Knacken der Walnuss mit Hilfe eines Nussknackers wahrnehmen und welche Aspekte sie bei der Erklärung besonders hervorheben. Studierende (n=54) des Sachunterrichts an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg notierten ihre Antworten auf einem leeren Blatt

Papier. Die Befragungssituation wurde bewusst offen gestaltet, um den Studierenden ausreichend Raum und Freiheit für die Darstellung ihrer individuellen Wahrnehmungen und Ideen zu ermöglichen (vgl. Pfeiffer & Püttmann 2010).

Ehe die Antworten der Studierenden analysiert werden, wird zunächst durch den Verfasser dargestellt, welche Phänomeneigenschaften beim Knacken einer Walnuss mit Hilfe eines Nussknackers (vgl. Abb. 1) wahrgenommen werden können. Die fachliche Beschreibung des Phänomens erfolgt also auf Basis wahrnehmbarer Phänomeneigenschaften (vgl. Murmann 2013).

- Die Nuss hat eine harte Schale. (Material)
- Der Nussknacker ist aus festem Metall gefertigt. (Material)
- Um die Nuss zu knacken, muss Kraft aufgewendet werden. (Kraft)
- Mit dem Nussknacker muss weniger Kraft als mit der Hand aufgewendet werden. (Kraftersparnis)
- Je näher an der Nuss die Hebel zusammengedrückt werden, desto kräftiger muss gedrückt werden. (kurzer Hebel, viel Kraft)
- Je weiter an den Enden des Nussknackers gedrückt wird, desto weniger Kraft muss ich aufwenden. (langer Hebel, wenig Kraft)

In der vorliegenden Untersuchung wird ein induktives Vorgehen angewendet, das mehrere Schritte der Abstraktion, des Vergleichs und der Zusammenfassung umfasst, um interpretativ einen Kategoriensatz zum Erleben des Knackens einer Walnuss mit einem Nussknacker zu rekonstruieren. Dabei wird sich insbesondere an dem Vorgehen von Kallweit (2019) orientiert. Zu Beginn der analogen Datenanalyse werden die schriftlichen Äußerungen der Studierenden eingehend gelesen und paraphrasiert, um erste Interpretationen zu entwickeln und eine erste grobe Struktur der Erlebensweisen der Studierenden zu erarbeiten. Auf dieser Grundlage werden erste Kategorien formuliert, die im weiteren Verlauf des Forschungsprozesses durch kontinuierliche Verdichtung und Verfeinerung aus dem Datenmaterial heraus präzisiert werden. Einzelne Äußerungen werden den bestehenden Kategorien zugewiesen. Sollte eine Zuordnung nicht möglich sein, wird eine neue Kategorie erstellt. Die anfänglichen vorläufigen Kategorien werden im weiteren Verlauf vergleichend zusammengefasst und zunehmend von den ursprünglichen Äußerungen abstrahiert. Die Kategorien werden wiederholt am Datenmaterial überprüft, wodurch didaktisch relevante Unterschiede im Phänomenerleben herausgearbeitet werden können (vgl. Murmann 2013). Auf diese Weise werden die Kategorien hinsichtlich des Erlebens des leichteren Knackens einer Walnuss mit einem Nussknacker kontinuierlich differenziert und strukturiert (vgl. Murmann 2013). Abschließend erfolgt eine

Revision der Ergebnisse, bei der insbesondere die Qualität des Kategoriensatzes bewertet wird. Wesentlich für die Güte des Kategoriensatzes ist, dass jede Kategorie eine präzise und differenzierte Aussage über das leichtere Knacken einer Walnuss mit einem Nussknacker ermöglicht und dass die Kategorien in einer hierarchisierbaren Beziehung zueinanderstehen. Die Kategorien unterscheiden sich dabei hinsichtlich der Komplexität, mit der das Phänomen erlebt wird (vgl. Murmann 2013).

#### 4 Ergebnisse: Erlebensweisen Studierender zum leichteren Knacken einer Walnuss mit einem Nussknacker

Es konnten vier basale Kategorien des Erlebens des leichteren Knackens einer Walnuss mit einem Nussknacker bestimmt werden. Oftmals wird das leichtere Knacken der Nüsse mit dem Nussknacker auf die Beschaffenheit und insbesondere die Materialität des Nussknackers zurückgeführt (Kategorie I – Materialität). Der Begriff Materialität bezieht sich auf die physische Beschaffenheit oder den materiellen Charakter des Nussknackers. Die physische Materialität eines Nussknackers beeinflusst auch seine Funktionalität. Ein Nussknacker aus Metall ist robuster und damit härter oder stärker als die Hände: *„Das Material vom Nussknacker ist stärker als die Hände.“* oder *„Nussknacker aus Metall → hartes Material.“* Zudem sind die Innenseiten auch noch geriffelt und bieten mehr Halt: *„Der Nussknacker besitzt mehrere Rillen bzw. Erhebungen an den Seiten, welche gegen die Nussschale drücken.“*

Weiterhin stand die punktuelle Kraftereinwirkung des Nussknackers auf die Nuss im Zentrum des Erlebens des Nüsseknackens mit Hilfe eines Nussknackers (Kategorie II – punktuelle Kraftereinwirkung): *„Der Nussknacker konzentriert alle Kraft auf einen Punkt im Zentrum der Nussschale und die Nussschale bricht. Die Hand im Gegensatz dazu verteilt die Kraft um die gesamte Nussschale, sodass diese nicht ausreicht.“* Im Vergleich zu der Hand, die die Nuss komplett umschließt und somit Druck von allen Seiten auf die Nuss ausübt, konzentriert der Nussknacker die Kraft auf ausgewählte Punkte. Somit ist die Kraft dort wirkungsvoller und die Nussschale kann leichter aufbrechen.

Der Nussknacker wird auch als Kraftverstärker wahrgenommen (Kategorie III – Kraftverstärkung). Mit Hilfe des Nussknackers wirkt mehr Kraft oder mehr Druck auf die Nuss ein. Dabei steht im Fokus die Tatsache, dass mehr Kraft als mit der bloßen Hand aufgebracht werden kann. Eine genaue Erklärung, warum der Nussknacker die Kraft verstärkt, bleibt in dieser Kategorie trotz der Nennung des Begriffs „Hebel“ aus. *„Durch die zwei Hebel des Nussknackers kann*

man mehr Druck und Kraft aufwende, die Walnuss zu zerdrücken. Unsere beiden Arme können nicht so viel Kraft aufbringen.“ Oder „Man kann mehr Kraft ausüben und mehr Kraft aufbringen.“

In einer letzten Kategorie rückt als ursächlich für die Kraftverstärkung die Länge der Hebel in den Fokus des Erlebens (Kategorie IV - Kraftverstärkung durch Zusammenwirken von Kraft und Weg): „Hebelwirkung durch Verlängerung des Nussknackers → man kann mehr Kraft aufwenden als mit bloßen Händen → Hebelwirkung verstärkt Druck auf Nuss, Kraft auf Nuss ist größer.“ Oder: „Durch das Hebelgesetz. Umso länger die Hebel sind, desto einfacher ist es, diese zusammenzudrücken.“ Es wirkt mehr Kraft auf die Nuss ein, weil die Hebel eine gewisse Länge haben. Die Kraftverstärkung hängt mit der Länge des Hebels zusammen. Je länger der Hebel, desto weniger Kraft muss ich aufwenden.

Zusammengefasster Kategoriensatz zu Varianten des Erlebens der Studierenden zum leichteren Knacken einer Walnuss mit einem Nussknacker (Die Kategorien beschreiben das Erleben von I-IV zunehmend komplexer.):

- I. *Materialität* - Die Beschaffenheit des Nussknackers ist ursächlich.
- II. *Punktuelle Krafteinwirkung* - Der Nussknacker konzentriert die Kraft in einem Punkt.
- III. *Kraftverstärkung* - Kräfte werden durch den Nussknacker verstärkt. Es muss weniger Kraft aufgewendet werden und an der Nuss wirkt mehr Kraft.
- IV. *Kraftverstärkung durch Zusammenwirken von Kraft und Weg* - Die Länge der Hebel bedingt, dass weniger Kraft aufgewendet werden muss.

Es lassen sich aus den vorgestellten Kategorien auch weitere, komplexere Erlebensweisen beschreiben, in denen verschiedene Kategorien zusammenwirken, wie z. B. Materialität und Kraftverstärkung:

„Durch das Zusammendrücken des Nussknackers kann mehr Druck auf die harte Schale ausgeübt werden als wenn man es mit den bloßen Händen versucht. Dazu kommt, dass das Material des Nussknackers viel härter ist als die Haut der Hand.“

Oder Kraftverstärkung durch Zusammenwirken von Kraft und Weg und punktuelle Krafteinwirkung:

„Das liegt am Hebelgesetz, welches dazu führt, dass je weiter vorne die Nuss in der Zange steht, desto einfacher deren Knacken geht. Die Kraft, die man aufwenden muss, um die Nuss zu knacken, verringert sich, je weiter hinten man die Zange hält, da sie so immer mehr und effektiver auf den einen Punkt gelenkt wird.“

Oder eine Kombination aus Kraftverstärkung durch Zusammenwirken von Kraft und Weg und Materialität:

*„Zuerst ist das Material entscheidend. Die Hand ist deutlich weicher und sensibler als ein Metallnussknacker.“ Dann spielt das Hebelgesetz eine Rolle. Durch die langen Stäbe kann die aufgewendete Kraft vergrößert werden.“*

## 5 Ergebnisdiskussion

Das Knacken von Nüssen mit dem Nussknacker im Vergleich zum Knacken mit den Händen wird von den Studierenden des Sachunterrichts ganz unterschiedlich wahrgenommen und beschrieben. Dabei rücken verschiedene wahrnehmbare Phänomeneigenschaften ins Zentrum des Erlebens, wie bspw. dass generell Kraft aufgewendet werden muss, um eine Nuss zu knacken, und dass mit dem Nussknacker mehr Kraft aufgewendet werden kann als mit der Hand, da die Kraft der Hand verstärkt wird. In diesem Zusammenhang wird auch das Hebelgesetz herangezogen und die aufzubringende Kraft mit der Länge der Hebelarme des Nussknackers zusammengebracht. Spannend ist, dass weiterhin andere Aspekte im Vordergrund stehen, die nicht im Zusammenhang mit dem Hebelgesetz stehen und eher die Beschaffenheit des Nussknackers in den Vordergrund rücken, wie bspw. die Härte des Materials im Vergleich zur Hand aber auch, dass die Kraft nur an wenigen kleinen Punkten auf die Nuss wirkt. Das Erleben des Nüsseknackens ist hier also nicht ausschließlich auf das physikalische Phänomen des Hebels beschränkt, sondern viel umfassender.

Weiterhin ließen sich Parallelen zu den Deutungen von Schulkindern herstellen. So konnte im Zusammenhang mit dem Hebel herausgearbeitet werden, dass Kinder „in ihren Erklärungen meist auf die Oberflächenstruktur“ (Schwelle et al. 2013: 134) des Nussknackers fokussieren. Wie auch die Studierenden gehen die Kinder davon aus, dass der Nussknacker „stärker“ ist, weil er aus „Metall“ ist. Die Materialität spielt also auch bei Kindern eine bedeutende Rolle. Teilweise gehen die Kinder aber auch auf das Hebelgesetz ein, wenn die Funktionsweise des Nussknackers beschrieben wird. Kinder thematisieren auch den Zusammenhang von Kraft und Hebellänge (vgl. Schwelle et al. 2013; Naber 2016). In Bezug auf den Hebel konnten Schwelle et al. festhalten, dass beim Nussknacker (anders als bspw. bei der Wippe als Beispiel für einen zweiseitigen Hebel) weniger häufig Erklärungen zu finden sind, die auf ein „konzeptuelles Wissen“ in Hinblick auf das Hebelgesetz schließen lassen (vgl. Schwelle et al. 2013: 130). Konzeptuelles Wissen ist ein Wissen darüber, warum etwas funktioniert. Unter deklarativem bzw. prozeduralem verstehen Schwelle et al. (2013) ein Wissen darüber, wie etwas

funktioniert Kinder wissen zwar, wie ein Nussknacker funktioniert bzw. wie er zu gebrauchen ist, aber oftmals nicht, warum mit dem Nussknacker weniger Kraft aufgewendet werden muss (vgl. Schwelle 2013, Naber 2016: 43).

Wenn die Erlebensweisen der Studierenden vom Knacken einer Walnuss vor dem Hintergrund des Hebelgesetzes als fachlichem Vergleichshorizont gedeutet werden, so sind diese ebenso wie die Deutungen von Kindern, nur teilweise an fachlich elaborierte Konzepte anschlussfähig. Die Befunde aus den eingangs erwähnten Untersuchungen konnten also bestätigt werden (vgl. z.B. Kahlert & Heran-Dörr 2007, Wodzinski & Zolg 2012).

Schwelle et al. (2013) halten in Hinblick darauf, dass Kinder die Funktionsweise des Nussknackers auf seine Materialität zurückführen, fest, „dass sich basierend auf Oberflächeneigenschaften oftmals Konzepte ausbilden, die teilweise sogar als Fehlkonzepte eingestuft werden können.“ (Schwelle et al. 2013: 136) Diese Aussage passt einerseits zu dem ihre Untersuchung rahmenden Ansatz eines Conceptual Change, der auf den Aufbau fachlich belastbarer Konzepte setzt. Andererseits ist die Aussage – nicht nur vor dem Hintergrund eines phänomenografischen Forschungsrahmens – durchaus auch kritisch anzusehen: Ist es das Ziel, dass Lernende – egal ob Schüler\*innen oder Studierende des Sachunterrichts - das Hebelgesetz kennen- und verstehen lernen, *kann* ein Materialverständnis „falsch“ sein, weil es weg vom Hebelgesetz führt. Möchte ich aber, dass Lernende ergründen oder verstehen, weshalb ich mit dem Nussknacker leichter eine Nuss knacken kann, ist eine Verkürzung auf die Hebelwirkung schade. Wird nämlich eine technische Perspektive auf den Nussknacker eingenommen, spielt das Material sehr wohl eine Rolle. Wäre der Nussknacker aus Styropor, könnte ich keine Nuss damit knacken.

Darüber hinaus konnte bestätigt werden, dass Studierende zum Klären der Frage, warum eine Nuss mit dem Nussknacker leichter als mit der Hand zu knacken ist, bestimmte Begriffe schlagwortartig nutzen - wie bspw. „Hebelgesetz“ oder „Hebel“ - ohne diese genauer zu füllen, auszuführen oder zu klären (vgl. z.B. Kahlert & Heran-Dörr 2007; Wodzinski & Zolg 2012).

## 6 Konsequenzen

Im Nachgang an die Datenerhebung wurde in Gesprächen deutlich, dass die Studierenden mit der Beantwortung der Frage vor dem Hintergrund ihrer eigenen Bildungsbiografie nicht zufrieden waren. Damit erfolgt eine Abwertung des eigenen Wissens zugunsten wissenschaftlichen Fachwissens. Das eigene Wissen wird von den Studierenden als Defizit und nicht als Potenzial angesehen. „Wenn angehende Lehrpersonen eine Aufgabenkultur im Sachunterricht

nahegebracht werden soll, die nicht die Reproduktion von Wissen zum Ziel hat, sondern die Erschließung unserer komplexen Welt, müssen Studierende also darin unterstützt werden, ihren Umgang mit individuellem und wissenschaftlichem Nicht-Wissen zu reflektieren und Möglichkeiten für einen angstfreien, produktiven Umgang auszuloten.“ (Ruesch-Schweizer & Schumann 2023: 159).

Es existieren bereits Ansätze, die eigenständiges Entdecken und Selbstbildungsprozesse fördern und Studierende dabei unterstützen, ein differenziertes Verständnis von Phänomenen und Naturwissenschaften zu entwickeln (vgl. Grebe-Ellis & Müller 2019; Barkhau et al. 2021, Udarccev, Sellmann-Risse & Acher 2023). Die Erfahrungen, Wahrnehmungen und das Wissen der Studierenden werden dabei als Potenzial verstanden.

Zunächst sollten sich Studierende ihrer eigenen Wahrnehmungen und Deutungen zu sachunterrichtsrelevanten Phänomenen bewusst werden. Dieser Schritt ist eine wichtige Basis für eine anschließende persönlich bedeutsame Auseinandersetzung mit diesen Phänomenen (vgl. Grebe-Ellis & Müller 2019; Barkhau et al. 2021, Udarccev, Sellmann-Risse & Acher 2023). Zudem ist er eine wichtige Grundlage für das spätere Unterrichten. Haben sich Studierende selbst mit ihren (vielfältigen) Deutungen auseinandergesetzt, können sie später die Perspektive der Schüler\*innen nachvollziehen und einordnen. Dies ist hilfreich, um dann passende Lernumgebungen zu entwickeln, die nicht auf die Reproduktion von fertigen Wissensbeständen, sondern das vielfältige Deuten von Phänomenen ausgerichtet sind (vgl. Barkhau et al. 2019: 23).

In der vorliegenden Untersuchung hat sich gezeigt, dass die Studierenden beim Beantworten der Frage, warum eine Walnuss mit dem Nussknacker leichter als mit der Hand zu knacken ist, nicht zwangsläufig auf das Hebelgesetz zurückgegriffen haben. Für eine weiterführende Auseinandersetzung sollten daher auch andere Aspekte aufgegriffen werden, die in den Innenhorizont des Erlebens von Lernenden geraten sind, wie bspw. die Materialität oder auch die punktuelle Krafteinwirkung auf die Nuss. Auf diese Weise wird den unterschiedlichen Erlebensweisen der Lernenden Rechnung getragen. Die mögliche Thematisierung des Hebelgesetzes ist nur ein Aspekt, wenn es um das Nüsseknacken geht.

Lernförderlich scheint es, wenn Studierende gleiche Lernwege wie Kinder gehen (vgl. Wodzinski & Zolg 2012; Grebe-Ellis & Müller 2019; Barkhau et al. 2021). Dazu gehört auch, dass sie bspw. mit gleichen Materialien oder Forschungsaufträgen wie Kinder arbeiten. Für den Hebel konnten das auch Wodzinski und Zolg (2012) festhalten: Studierende betonen die

Bedeutung des eigenen Tuns für ein besseres Nachvollziehen und Verstehen. Nachfolgend werden zwei Ideen kurz vorgestellt.

In einer ersten Auseinandersetzung können Studierende mit ganz unterschiedlichen Nussknackern und Nüssen frei und unangeleitet umgehen und sie ausprobieren. Rahmgebend kann dafür der Ansatz des freien Explorierens sein (vgl. Köster 2006; Schütte 2019; Grebe-Ellis & Müller 2019). Auf diese Weise können Studierende ganz unterschiedliche Phänomenaspekte wahrnehmen und vertieft betrachten, die sie persönlich fragwürdig oder spannend finden.

Eine andere Möglichkeit wäre es, konkrete Forschungsaufträge (vgl. Hartinger, Grygier, Tretter & Ziegler 2013) zu formulieren, die die Studierenden bearbeiten sollen. Dabei können unterschiedliche Phänomenaspekte in den Vordergrund gerückt werden, die ein umfassendes Erleben des Nussknackers ermöglichen: *Was haben die Nussknacker gemeinsam? Welcher Nussknacker ist für welche Nuss der beste? Sie könnten weiterhin auch angeregt werden, eigene Nussknacker zu konstruieren. Dafür müsste eine Auswahl an unterschiedlichen Materialien und Werkzeugen bereitgestellt werden. Baut einen Nussknacker. Vergleicht die Nussknacker. Welcher geht besonders gut? Wie können die Nussknacker noch verbessert werden? Welche Materialien sind geeignet, welche nicht?* Hierbei stehen das eigene Ausprobieren und die eigene Kreativität im Vordergrund (vgl. Jeretin Kopf & Kosack 2013).

Auf diese Weise können Anknüpfungspunkte für Bildungsprozesse entstehen, die Studierenden Ziel und Zweck und auch die Art und Weise der Auseinandersetzung mit Phänomenen aufzeigen, die relevant für das eigene Phänomenerleben sind (vgl. Udarcsev et al. 2023). Gleichzeitig lernen Sie Wege kennen, Lernsituationen für Schüler\*innen zu gestalten.

Wichtig ist, dass Studierende sich als „epistemische Akteure“ (Udarcsev et al. 2023) verstehen, die angeregt werden, eigene Ideen zur Erklärung zu entwickeln und im Austausch mit anderen zu durchdenken, um auf diese Weise gemeinsam Wissen zu schaffen.

Wird also davon ausgegangen, dass angehende Lehrkräfte über fachliches und didaktisches Wissen verfügen müssen, um naturwissenschaftsbezogene Bildungsangebote zu bereiten, sollte dieses nicht auf konzeptuelles Wissen begrenzt sein, sondern auch methodisches und epistemologisches Wissen (Kenntnisse darüber, wie Wissenschaften zu Wissen kommen (McComas 2017) in den Vordergrund stellen (vgl. Mc Comas 2017; vgl. Udarcsev et al. 2023, Grebe-Ellis & Müller 2019). So kann ein differenzierteres Verständnis der Entstehung, der Unterschiedlichkeit und der Angemessenheit von Wissen entwickelt werden. Ganz im Sinne

eines Wechsels von *learning about science* hin zu *doing and understanding science* (vgl. McComas 2013: 72).

## Literatur

- Adamina, M.; Kübler, M.; Kalcsics, K.; Bietenhard, S. & Engeli, E. (Hrsg.) (2018): „Wie ich mir das denke und vorstelle...“. Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Lerngegenständen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft. Bad Heilbrunn.
- Barkhau, J.; Kühn, C.; Wilde, M. & Basten, M. (2021): „Alles, was schwer ist, geht unter.“ Warum Lehrer\*innen-Vorstellungen wichtig sind – Ein Konzept für eine Seminaresequenz zum Thema „Schwimmen und Sinken“. In: Herausforderung Lehrer\*innenbildung: Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion (HLZ), 4(2).
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn.
- Grebe-Ellis, J. & Müller, M. (2019): Dialog mit Phänomenen: Explorieren im Sachunterrichtsstudium. In: GDSU-Journal, 9, 31-43.
- Gropengießer, H. & Marohn, A. (2018): Schülervorstellungen und Conceptual Change. In: Krüger, D.; Parchmann, I. & Schecker, H. (Hrsg.): Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Wiesbaden, 49-67.
- Hartinger, A.; Grygier, P.; Tretter, T. & Ziegler, F. (2013): Lernumgebungen zum naturwissenschaftlichen Experimentieren. Kiel.
- Hopf, M. & Wilhelm, Th. (2018): Conceptual Change – Entwicklung physikalischer Vorstellungen. In: Schecker, H.; Wilhelm, T.; Hopf, M. & Duit, R. (Hrsg.): Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis. Berlin, 23-37.
- Jeretin-Kopf, M. & Kosack, W. (2013). Tüfteln: Diszipliniertes Experimentieren und kreatives Erfinden im Technikunterricht der Grundschule. In: Mammes, I. (Hrsg.): Technisches Lernen im Sachunterricht. Baltmannsweiler, 45-55.
- Kahlert, J. (2016): Der Sachunterricht und seine Didaktik. Bad Heilbrunn.
- Kahlert, J. & Heran-Dörr, E. (2007): Eigentlich kann ich mir das doch nicht erklären. Die Interpretation einfacher naturwissenschaftlicher Versuche als forschungsorientiert Lehrmethode in der Ausbildung von Sachunterrichtsstudierenden. In: Lauterbach, R.; Hartinger, A.; Feige, B. & Cech, D. (Hrsg.): Kompetenzerwerb im Sachunterricht fördern und erfassen. Bad Heilbrunn, 127-138.
- Kallweit, N. (2019): Kindliches Erleben von Krieg und Frieden. Eine phänomenografische Untersuchung im politischen Lernen des Sachunterrichts. Wiesbaden.
- Kattmann, U.; Duit, R.; Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. In: ZfDN 3, (3), 3-18.
- Köster, H. (2006): Freies Explorieren und Experimentieren. Eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht. 2. unveränd. Aufl. Berlin.
- Landwehr, B. (2002): Distanzen von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik: Eine qualitativ-empirische Studie zu den Ursachen. Berlin.
- Marton, F. & Booth, M. (2014): Lernen und Verstehen. Berlin.
- McComas, W.-F. (2017): Understanding how science work: The nature of science as they foundation for science teaching and learning. In: The School science review, 98, Nr. 365, 71-76.
- Möller, K.; Jonen, A.; Hardy, I. & Stern, E. (2002): Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. In: Prenzel, M. & Döll, J. (Hrsg.): Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen. Weinheim, Basel, 176-189.
- Möller, K. (2022): Genetisches Lernen und Conceptual Change. In: Kahlert, J.; Fölling-Albers, M.; Götz, M.; Hartinger, A.; Miller, S. & Wittkowske, S. (Hrsg.): Handbuch Sachunterricht. 3. Auflage. Bad Heilbrunn, 262-268.
- Murmann, L. (2002): Physiklernen zu Licht, Schatten und Sehen. Eine phänomenografische Untersuchung in der Primarstufe. Berlin.
- Murmann, L. (2004): Phänomene erschließen kann Physiklernen bedeuten. Perspektiven einer wissenschaftlichen Sachunterrichtsdidaktik am Beispiel der Lernforschung zu Phänomenen der unbelebten Natur. In: widerstreit sachunterricht, 3, 14 Seiten.

- Murmann, L. (2013): Dreierlei Kategoriebildung zu Schülervorstellungen im Sachunterricht? Text, Theorie und Variation - Ein Versuch, methodische Parallelen und Herausforderungen bei der Erschließung von Schülervorstellungen aus Interviewdaten zu erfassen. In: *widerstreit sachunterricht*, 19, 15 Seiten.
- Naber, B. (2016): Wissenselemente und Vorstellungen 6- bis 7-Jähriger erfassen und verändern. Studien zum naturwissenschaftlichen Thema einseitiger Hebel. Dissertation. Düsseldorf.
- Pech, D.; Schomaker, C.; Kiewitt, N. & Lüschen, I. (2012): Phänomenographische Untersuchungen für den Sachunterricht. In: Hellmich, F. (Hrsg.): *Bedingungen des Lehrens und Lernens in der Grundschule*. Wiesbaden. 221-229.
- Pfeiffer, D.-K. & Püttmann, C. (2010): *Methoden empirischer Forschung in der Erziehungswissenschaft*. Ein einführendes Lehrbuch. 3. unveränd. Aufl.). Baltmannsweiler.
- Ruesch Schweizer, C. & Schumann, S. (2023): Ansätze für einen reflektierten Umgang mit Nicht-Wissen in der Lehrer\*innenbildung. In: Schmeinck, D.; Michalik, K. & Goll, T. (Hrsg.): *Herausforderungen und Zukunftsperspektiven für den Sachunterricht*. Bad Heilbrunn. 153-160.
- Schecker, H.; Wilhelm, T.; Hopf, M. & Duit, R. (Hrsg.) (2018): *Schülervorstellungen und Physikunterricht*. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis. Berlin.
- Schütte, F. (2019): *Freies Explorieren zum Thema elektrischer Stromkreis*. Eine Suchraumrekonstruktion nach der dokumentarischen Methode. Wiesbaden.
- Schütte, F. (2025): "Zucker löst sich auf, da er eine kleinere Dichte hat als Wasser". Eine phänomenografische Untersuchung zu Erlebensweisen Studierender von Löslichkeit. In: Zachow, I.; Heins, J.; Böse, S.; Hauenschild, K. & Schütte, U. (Hrsg.): *Konzepte der Professionalisierungsforschung im Dialog - Theoretische und empirische Perspektiven für die Lehrkräftebildung*. Bad Heilbrunn, 167-176.
- Schwelle, V.; Hartinger, A.; Lohrmann, K. & Groß Ophoff, J. (2013): „Ein Nussknacker ist aus Metall und deshalb stärker als die Hand.“ Präkonzepte von Drittklässlern zum Hebelgesetz. In: Fischer, H.-J.; Giest, H. & Pech, D. (Hrsg.): *Der Sachunterricht und seine Didaktik*. Bestände prüfen und Perspektiven entwickeln. Bad Heilbrunn. 129-136.
- Udarcev, S., Sellmann-Risse, D. & Acher, A. (2023): Professionalisierung von Studierenden des Sachunterrichts: Unterstützung von Partizipation an naturwissenschaftlicher Modellierung durch Problematisierung. In: *widerstreit sachunterricht*, Nr. 27, 20 Seiten.
- Wodzinski, R. & Zolg, M. (2011): Physikalische und technische Konzepte - Zum Wissensgefälle zwischen Kindern und Lehramtsstudierenden. In: Heinzl, F. (Hrsg.): *Generationenvermittlung in der Grundschule*. Ende der Kindgemäßheit? Bad Heilbrunn. 149-173.
- Zahavi, D. (2017): *Phänomenologie für Einsteiger*. Paderborn.