



Wo können wir hin?

Die habitable Zone als Thema in der Primarstufe

LENA PAHSEN – GERHARD WURM – CHRISTOPH PAWEK – HENDRIK HÄRTIG

Kinder interessieren sich für Astronomie und haben auch schon im Grundschulalter Vorstellungen zu vielen Phänomenen. Dennoch werden die vielfältigen astronomischen Themen in der Primarstufe selten aufgegriffen. Neben den Jahreszeiten, dem Wechsel von Tag und Nacht und den Mondphasen gibt es kaum Unterrichtsmaterial zu weiteren Phänomenen. In diesem Beitrag werden die Themen Exoplaneten und habitable Zone aufgegriffen und in einer Unterrichtsreihe für Grundschul Kinder aufgearbeitet. In diesem Kontext wurde dann untersucht, ob Widerlegungstexte, die das Vorwissen explizit aufgreifen, lernförderlich sind.

1 Einleitung

Das Thema Universum ist durch die Medien bereits für Kinder im Grundschulalter bedeutsam – so begleitete zum Beispiel die Sendung mit der Maus ALEXANDER GERST bei seinen Flügen zur Internationalen Raumstation ISS (WDR, 2023). Die hier vorgestellte Unterrichtsreihe für 3. oder 4. Klassen thematisiert die Suche nach Exoplaneten und soll die Lernenden durch die Frage nach möglichem Leben außerhalb der Erde motivieren. Das Forschungsfeld der Suche nach Exoplaneten ist jedoch komplex, sodass dieses Thema nicht ohne eine angemessene Heranführung und didaktische Reduktion mit Grundschulkindern bearbeitet werden kann. Als Ausgangspunkt wird deshalb unsere Erde und das menschliche Leben auf ihr gewählt. Die fachlichen Grundlagen und deren Passung für den Sachunterricht werden im ersten Abschnitt ausgeführt, wobei nur ausgewählte zentrale Aspekte aufgegriffen werden können. Auch weil bereits junge Kinder mit verwandten Themen in Kontakt kommen, ist ihr Vorwissen zu berücksichtigen. Der Umgang

mit Vorwissen und das Einbinden eventuell vorhandener Präkonzepte von Lernenden in die Planung von Unterricht ist zentral für dessen Erfolg. Eine Methode, die konkret am Vorwissen von Lernenden ansetzt ist der Einsatz von *Refutation Texts*, deutsch auch Widerlegungstexte genannt. Widerlegungstexte sind eine besondere Textsorte, die explizit auf bekannte Vorstellungen Lernender zu Inhalten des Unterrichtes eingeht und diese widerlegt (TIPPETT, 2010). Für die Primarstufe gibt es bisher jedoch kaum belastbare Ergebnisse zur Lernförderlichkeit von Widerlegungstexten.

Die hier vorgestellte Unterrichtsreihe greift veröffentlichte Materialien des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) für Schulen auf. In einer explorativen Studie wurde eine Variante mit Widerlegungstexten mit einer Variante ohne Widerlegungstexte verglichen, über die Ergebnisse gibt das letzte Kapitel Auskunft. Alle Materialien finden sich online als Ergänzung zum Beitrag und können dank freundlicher Genehmigung des DLR für schulische Zwecke frei genutzt werden.

2 Astronomische Grundlagen zur habitablen Zone und Exoplaneten

Es ist sehr plausibel, dass es sich bei der Entstehung von Leben um ein „*physikalisch-chemisch-biologisches Ursache-Wirkungs-System*“ (WEIGERT et al., 2010) handelt. Dies würde bedeuten, dass sich auch an anderen Stellen im Universum Leben entwickeln kann und vielleicht sogar schon entwickelt hat, sollten die Voraussetzungen stimmen (WEIGERT et al., 2010). Die Entwicklung von lebensfähigen Zellen (wie wir sie bisher kennen!) benötigt kohlenstoffbasierte chemische Prozesse, flüssiges Wasser als Entwicklungsmilieu und in späteren Phasen der Entwicklung Sauerstoff als Energieträger (WEIGERT et al., 2010).

Um Planeten in anderen Sonnensystemen zu finden, auf denen ebenfalls die Entwicklung von Leben möglich wäre, muss man die habitable Zone der Planetensysteme ausfindig machen. Hierbei handelt es sich um Regionen um ein Zentralgestirn, die die Existenz von flüssigem Wasser ermöglichen. Diese Regionen sind abhängig vom Zentralgestirn und der Distanz der Planeten - beides wirkt sich auf die Temperaturen auf der Planetenoberfläche aus. Ein weiterer Faktor ist das Vorhandensein einer Atmosphäre auf einem Planeten, da der atmosphärische Druck den Siede- und Gefrierpunkt des Wassers beeinflusst. Zudem hat die Zusammensetzung der Atmosphäre über den Treibhauseffekt Auswirkungen auf die dort herrschenden Temperaturen. Ein weiteres Kriterium für habitable Zonen ist ein Minimalgehalt an CO₂, damit der Ablauf von Photosynthese auf der Planetenoberfläche möglich ist. Unter Berücksichtigung dieser Kriterien können quantitative Modelle erstellt werden, die die Ermittlung habitabler Zonen in Planetensystemen anderer Sterne ermöglichen (WEIGERT et al., 2010).

Die Suche nach extrasolaren Planeten, auch kurz Exoplaneten genannt, hat in den letzten Jahren an Fahrt aufgenommen (WEIGERT et al., 2010). 1995 legten die Schweizer Astronomen DIDIER QUELOZ und MICHEL MAYOR die ersten zweifelsfreien Beweise für die Existenz von Exoplaneten mit sonnenähnlichen Zentralgestirnen vor und erhielten für diese Entdeckung 2019 den Physik-Nobelpreis. Rund 15 Jahre nach dem ersten Nachweis waren circa 350 Exoplaneten katalogisiert. Weitere rund fünf Jahre später - im Jahr 2021 - sind es knapp 2000 und heute bereits über 5000.

Es sind heute mehrere Methoden zum Aufspüren von Exoplaneten bekannt, die den Fokus auf unterschiedliche, messbare Parameter legen (WEIGERT et al., 2010), etwa die Erfassung der Sternbedeckung, der Radialgeschwindigkeitsvariationen oder die direkte Abbildung von Planeten mittels Teleskops. Mit Blick auf die entwickelte Unterrichtsreihe wird nur auf die Methode der Sternbedeckung, auch Transitmethode genannt, eingegangen. Zieht ein Planet aus unserer Blickrichtung vor seinem Zentralgestirn vorbei, fällt die Gesamthelligkeit des beobachteten Systems für die Dauer des Durchgangs des Planeten, des Transits, ab. Der durch den Planeten verdeckte Bereich der Sternoberfläche entspricht an dieser Stelle nicht mehr der eigentlichen Flächenhelligkeit des Sterns (WEIGERT et al., 2010). Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für eine Lichtkurve eines Sterns

während eines Transits. Durch wiederholte Messungen lässt sich bestätigen, dass es sich um einen Planeten mit stabiler Umlaufbahn handelt (WEIGERT et al., 2010). Aus dieser Verdunklung kann ein Rückschluss auf den Radius des Planeten im Verhältnis zum Sternradius geschlossen werden. Eine ausführlichere Darstellung der Methode wurde kürzlich hier von ALEXANDER KÜPPER und SEBASTIAN SPICKER (2023) am Beispiel von Exomonden beschrieben.

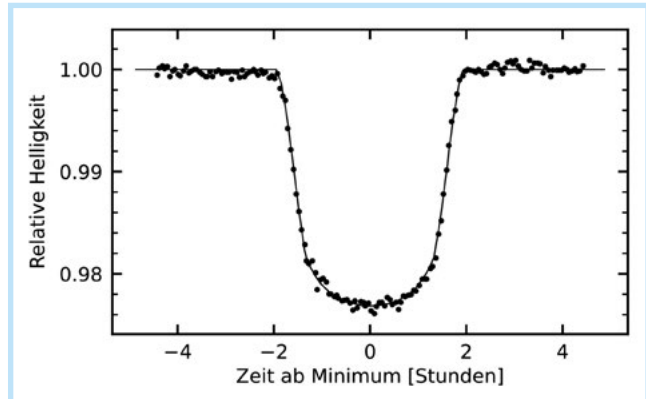


Abb. 1. Helligkeitsmessung eines Sterns in der Transitmethode (mit freundlicher Genehmigung durch L. WISOTZKI, 2024)

3 Astronomie als Unterrichtsthema in der Primarstufe

Die Vielperspektivität des Sachunterrichts und die Breite der Themen und Inhalte, die durch den Sachunterricht abgedeckt werden, sorgen dafür, dass vieles eher exemplarisch im Unterricht erörtert wird (GDSU, 2013). Manche Themen werden dabei häufiger aufgegriffen als andere (WODZINSKI, 2015). Der Anteil physikalischer Inhalte im Sachunterricht erweist sich in Untersuchungen als verhältnismäßig klein. So haben im Schnitt nur ca. 10 - 15 Unterrichtsstunden pro Schuljahr der dritten und vierten Klassen einen physikalischen Schwerpunkt (ALTENBURGER & STARAUŠCHEK, 2011), wobei auf einen sehr schmalen Bereich der möglichen physikalischen Inhalte zurückgegriffen wird: Themen, die in fast allen untersuchten Klassen auftauchen, waren Wetter, Wasser, Wärme und Temperatur. Bei circa der Hälfte aller untersuchten Unterrichte wurde elektrischer Strom thematisiert, weniger als ein Drittel der Lehrpersonen wählen die Inhalte Luft, Magnetismus oder Universum für ihren Unterricht aus.

Im Detail zeigt sich, dass der Themenbereich Astronomie nur eine sehr geringe Beachtung im Sachunterricht findet, obwohl Phänomene wie die Jahreszeiten oder die Mondphasen für die Kinder relevant und durch den Perspektivrahmen gedeckt sind, da sie Naturphänomene beschreiben und deuten. Der Perspektivrahmen Sachunterricht der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU, 2013) gilt als ein didaktisches Grundlagenwerk, welches unter anderem für den Sachunterricht lohnenswerte Inhalte und Themenbereiche aufführt. Die Themenbereiche des Lebens auf und außerhalb der Erde können als exemplarische und bedeutsame Beispiele für die Auseinander-

setzung mit den Beziehungen zwischen Menschen und ihrer Umwelt gesehen werden. Konkret werden in der entwickelten Unterrichtsreihe mit dem Thema Exoplaneten und habitable Zone Schwerpunkte gesetzt, indem die notwendigen Grundvoraussetzungen für menschliches Leben in Form von Sauerstoff, flüssigem Wasser, Nahrung und Wärme verdeutlicht und verallgemeinert werden.

Diese Verallgemeinerung von Prozessen auf der Erde und Übertragung auf Exoplaneten ist im Sinne des Perspektivrahmens, da die Lernenden erste Modellvorstellungen von Naturphänomenen aufbauen sollen. Konkret erfolgt in der Unterrichtsreihe zunächst eine Auseinandersetzung mit unserem Sonnensystem und explizit dem Mars. Auch die Bedeutung spezifischer physikalischer und chemischer Eigenschaften von Stoffen für den Menschen sowie die Erkenntnis, dass die spezifische Anpassung von Organismen an ihre Umwelt überlebenswichtig ist, werden im Sinne des Perspektivrahmens betont (GDSU, 2013).

Eine grundlegende Herausforderung des Sachunterrichts, insbesondere bei einem eher abstrakten Thema, stellt sein fachliches Anspruchsniveau dar. Aus dieser Anforderung an die Aufarbeitung eines Themas entsteht folglich die Konsequenz, dass eine zufriedenstellende Reduktion gelingen muss, wobei trotz der Vereinfachung der Inhalte ihre fachliche Richtigkeit zu gewährleisten ist. Um die Lernenden im Blick zu behalten, ist deren Vorwissen im Abgleich zum Lernziel bedeutsam.

4 Vorwissen, Vorstellungen und Interessen von Kindern in der Grundschule

Bereits vor dem Eintritt in den Kindergarten oder die Grundschule haben Lernende eigene Vorstellungen von Dingen, Phänomenen und Situationen ihrer Lebenswelt entwickelt. Im unterrichtlichen Kontext sollen die Lernenden ihr Vorwissen erweitern und ihre Vorstellungen zu den jeweils behandelten Themen weiterentwickeln. WODZINSKI und WILHELM (2018) sowie SCHUBERT (2018) fassen astronomische Vorstellungen von Lernenden der Grundschule zusammen. Demnach gibt es empirische Befunde zu Vorstellungen über die Entstehung und den Aufbau der Erde als Planet; die Positionierung der Erde im Universum und Sonnensystem; die Orientierung im Universum; den Himmel als festes Objekt; zu Jahreszeiten, Mondphasen und Leuchtkraft des Mondes sowie zu Tag und Nacht. Darüber hinaus finden sich in der internationalen Literatur Belege zu den Vorstellungen zu Grundlagen für die Entwicklung menschlichen Lebens auf der Erde (BAILEY & SLATER, 2004), Größen, Abstände und Temperaturen in unserem Sonnensystem (BAKAS & MIKROPOULOS, 2010) und zum Planeten Mars (OFFERDAHL, PRATHER & SLATER, 2002). In der Fachliteratur finden sich keine Vorstellungen zu Exoplaneten oder der habitablen Zone, dennoch werden auch die Grundschul Kinder der Unterrichtsreihe bereits mit ihren eigenen Ideen begegnen.

Um hier Vorstellungsveränderungen anzuregen, können verschiedene unterrichtliche Strategien genutzt werden. Damit bei den Lernenden stabile Konzeptwechsel stattfinden, müssen

mindestens folgende vier Grundlagen gegeben sein: Die Lernenden müssen mit ihrem vorhandenen Konzept unzufrieden sein, sie müssen das neu vorgestellte Konzept wenigstens bis zu einem gewissen Grad verstanden haben, das neue Konzept muss ihnen einleuchtend erscheinen und sie müssen das neue Konzept auf neue Situationen und Phänomene übertragen können, sodass es ihnen hilfreich erscheint (HOPF & WILHELM, 2018). Eine mögliche Strategie, um dies zu erreichen, sind Refutation Texts (Widerlegungstexte).

5 Widerlegungstexte

Bei Widerlegungstexten handelt es sich um eine spezielle Textsorte, in der explizit zu einem Thema vorhandene Fehlvorstellungen der Lesenden angesprochen und widerlegt werden; FINJA GROSSPIETSCH (2021) hat diese im MNU Journal bereits für das Fach Biologie vorgestellt. Als Unterrichtsmethode sollen sie bei den Lernenden nicht nur kognitive Konflikte anstoßen, wie dies durch das Zuführen neuer, faktisch richtiger Informationen oft der Fall ist, sondern diese kognitiven Konflikte aktiv herausfordern. Ein knappes Beispiel soll dies erläutern:

„Wenn der Vogel Strauß Angst hat, rennt er weg.“

Bei dieser Aussage handelt es sich um ein erklärendes Textelement. Wenn Kinder diesen Textabschnitt lesen, wird die neu gewonnene Information von ihnen aufgenommen und bestenfalls mit ihrem bereits vorhandenen Wissen verknüpft. Es wird mit dem Text jedoch nicht zwangsläufig an einer vorhandenen Vorstellung der Lernenden angeknüpft, geschweige denn herausgefordert. Anders sähe es bei dem folgenden Beispiel für ein widerlegendes Textelement, aus:

„Manche Menschen glauben, dass der Vogel Strauß seinen Kopf in den Sand steckt, wenn er Angst hat. Das stimmt nicht. Wenn der Vogel Strauß Angst hat, rennt er weg.“

Im zweiten Beispiel wird die weitverbreitete Fehlvorstellung „Der Vogel Strauß steckt seinen Kopf in den Sand, wenn er Angst hat.“, die den Lernenden vor allem durch Darstellungen in Unterhaltungsmedien nicht fremd sein mag, explizit angesprochen und als falsch benannt. Im Anschluss wird eine alternative, faktisch richtige Information genannt. Eine von CHRISTINA TIPPETT (2010) durchgeführte Metaanalyse kam zu dem Schluss, dass Widerlegungstexte einen größeren Erfolg beim Auslösen kognitiver Konflikte haben als Standardtexte. Zudem stellt sie fest, dass Lernende von sich aus die Widerlegungstexte präferieren. Der Einsatz von Widerlegungstexten zeigte in den Klassenstufen 3 bis 10 die größten Effekte auf das Verständnis der Lesenden. Aus diesem Grund werden die hier genutzten Materialien auch in einer Variante mit Widerlegungstexten erprobt.

6 Das Unterrichtsmaterial

Ausgangspunkt für die entwickelte Unterrichtsreihe waren vom DLR für verschiedene Klassenstufen konzipierte Unterrichtsmaterialien. Diese, als Themenhefte veröffentlichten Materialien können über eine Internetseite in gedruckter Form bestellt oder in elektronischer Form abgerufen werden (DLR, 2023). Ausgehend von den geplanten Inhalten habitable Zone und

Std.	Themen	Grobziele: Die Schüler/innen ...
1	Das Leben auf der Erde 1	kennen die vier grundlegenden Bedingungen, die Leben auf der Erde für Menschen möglich machen und können diese wiedergeben (Sauerstoff, flüssiges Wasser, Nahrung, Wärme/Energie) lernen die wichtigsten Elemente unseres Sonnensystems kennen.
2	Das Leben auf der Erde 2; Unser Sonnensystem 1	
3	Experiment: Entfernungen im Sonnensystem; Unser Sonnensystem 2	begreifen die Entfernungen und Größen in unserem Sonnensystem. lernen die Unterschiede zwischen Gesteins- und Gasplaneten kennen. wissen, was die habitable Zone ist und welche Auswirkungen sie auf die Lebensbedingungen auf einem Planeten hat.
4	Unser Sonnensystem 3; Die habitable Zone	
5	Können wir auf dem Mars leben? 1	kennen geographische und physikalische Eigenschaften des Mars. können Rückschlüsse auf eine mögliche Lebensfähigkeit von Menschen auf einem Planeten ziehen.
6	Können wir auf dem Mars leben? 2 Leben auf der Venus?	
7	Planeten in anderen Sonnensystemen?	wissen, was Exoplaneten sind.
8	Experiment: Planetensucher;	lernen die Transitmethode kennen.

Tab. 1. Übersicht über die Unterrichtsreihe und die Lernziele

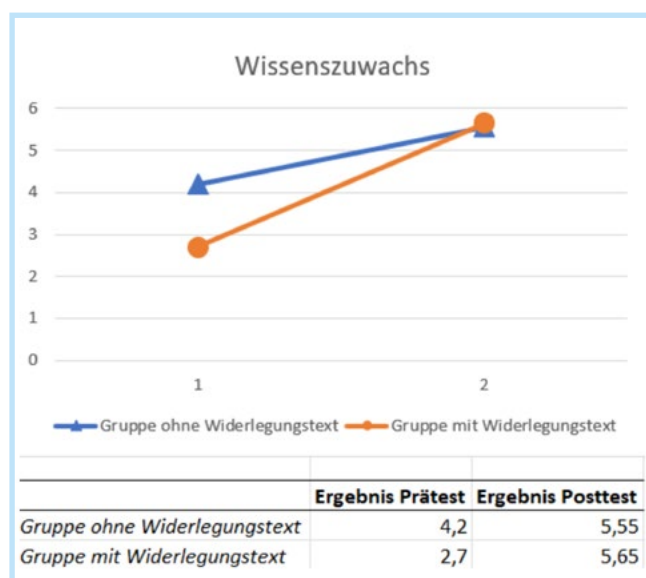


Abb. 2. Wissenszuwachs während der Unterrichtsreihe in beiden Gruppen, durchschnittlich erzielte Punkte in Prä- und Posttest.

Exoplaneten wurde eine Auswahl an Texten und Versuchen aus verschiedenen Ausgaben zusammengestellt. Aus Gründen der didaktischen Reduktion und um sie für den gewählten Kontext anzupassen, wurden nur Ausschnitte aus den originalen Texten des DLR-Materials ausgewählt und die Versuche in geringem Maße angepasst. Es entstand eine Verlaufsplanung für insgesamt acht Unterrichtsstunden (Tab. 1). Zur Entwicklung der Variante mit Widerlegungstexten wurden in dem DLR-Material zum Inhalt passende mögliche Vorstellungen der Lernenden identifiziert und entsprechende Widerlegungstexte verfasst. Diese wurden in die Textblöcke des entwickelten Forscherheftes integriert, welches als Arbeitsmaterial für die Unterrichtsreihe dient und aus den ausgewählten Originalpassagen zusammengestellt wurde (siehe Online-Ergänzung).

7 Erprobung der Unterrichtsmaterialien

Die Unterrichtsreihe wurde mit zwei vierten Klassen einer Grundschule in Nordrhein-Westfalen erprobt. Die ausgewählten Klassen, mit je 20 Kindern, haben das Projekt an je zwei Projekttagen in den Räumlichkeiten der Universität Duisburg-Essen im Klassenverband durchgeführt. Im Vorfeld wurde per Zufall entschieden, welche Klasse das Projekt mit und welche es ohne Widerlegungstexte durchführt. Beide Klassen haben vor Beginn und nach Abschluss der Unterrichtsreihe einen Test mit Fragen zu den behandelten Inhalten durchgeführt, um den Erfolg der Unterrichtsreihe zu untersuchen und beide Varianten vergleichen zu können. Die Fragen basierten auf einem Testinstrument, das von SADLER et al. (2010) in den USA entwickelt wurde und fokussieren auf Faktenwissen. Eine Beispielfrage lautet: „Gibt es Planeten außerhalb unseres Sonnensystems? A) Nein, außerhalb unseres Sonnensystems ist nichts; B) Nein, außerhalb unseres Sonnensystems sind nur Sterne; C) Ja, sie sind einzeln im Universum verteilt; D) Ja, aber das kann man nicht beweisen; E) Ja, sie umkreisen andere Sonnen.“

Im Vorfeld zeigte sich, dass die beiden Gruppen unterschiedlich leistungsstark waren. Die Kinder der Gruppe mit Widerlegungstexten hatten zudem tendenziell schlechtere Deutsch- und Sachunterrichtsnoten. Im Vortest erzielte die Gruppe ohne Widerlegungstexte bessere Ergebnisse als die Gruppe mit Widerlegungstexten. Nach der Unterrichtsreihe fallen die Ergebnisse in beiden Gruppen besser aus und der Unterschied des Vortests ist nun ausgeglichen (Abb. 2).

Es kann ein höherer Wissenszuwachs bei der Gruppe mit Widerlegungstexten festgestellt werden als bei der Gruppe ohne Widerlegungstexte. Das ist insbesondere erfreulich, da dies auch gemessen an ihren Schulnoten die leistungsschwächere Gruppe war. Gleichzeitig muss man jedoch festhalten, dass auch im Nachtest im Mittel nur 5,5 von 11 Fragen von den Lernenden richtig beantwortet wurde. Die Kinder waren in beiden Gruppen motiviert und interessiert. Das kann an den behandelten

Inhalten, aber auch an dem außerschulischen Setting gelegen haben. Die hier genutzten Materialien inklusive der Widerlegungstexte stehen als Online-Ergänzung für schulische Zwecke frei zur Verfügung. Die Materialien werden aktuell erweitert für den Einsatz in der Sekundarstufe I. Rückmeldungen zum Material sind willkommen, da auf Dauer ein Einsatz in einem Lehr-Lernlabor an der Universität Duisburg-Essen geplant ist.



Literatur

ALTENBURGER, P. & STARAUSCHEK, E. (2011). Welchen Anteil haben physikalische Themen am Sachunterricht in Klasse 3 und 4? In: D. HÖTTECKE (Hg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie. Jahrestagung der GDCP in Potsdam 2010* (S.232-234). Münster: Lit-Verlag.

BAILEY, J. M. & SLATER, T. F. (2004). A Review of Astronomy Education Research. *The Astronomy Education Review*, 2 (2), 20–45.

BAKAS, C. & MIKROPOULOS, T. (2010). Design of virtual environments for the comprehension of planetary phenomena based on students' ideas. *International Journal of Science Education*, 25(8), 949–967.

Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum (DLR) (2023). <https://www.dlr.de/next/desktopdefault.aspx/tabid-9153> (01.12.2023).

Gesellschaft für Didaktik der Sachunterrichts (GDSU) (Hg.) (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.

HOPF, M. & WILHELM, T. (2018). Conceptual Change – Entwicklung physikalischer Vorstellungen. In: H. SCHECKER, T. WILHELM, M. HOPF & R. DUIT (Hg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 23–38). Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

OFFERDAHL, E. G., PRATHER, E. E. & SLATER, T. F. (2002). Students' Pre-Instructional Beliefs and Reasoning Strategies About Astrobiology Concepts. *Astronomy Education Review*, 1(2), 5–27.

SADLER, P., COYLE, H., MILLER, J., COOK-SMITH, N., DUSSAULT, M. & GOULD, R. (2010). The Astronomy and Space Science Concept Inventory. Development and Validation of Assessment Instruments Aligned with the K-12 National Science Standards. *Astronomy Education Review*, 8(1), 1–26.

SCHUBERT, J. C. (2018). Schülervorstellungen zu naturwissenschaftlich-geographischen Phänomenen und Themen. In: M. ADAMINA, M. KÜBLER,

K. KALCSICS, S. BIETENHARD & E. ENGELI, (Hg.), „Wie ich mir das denke und vorstelle...“. *Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Lerngegenständen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft* (139-156). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

TIPPETT, C. D. (2010). Refutation Text in Science Education: A Review of two Decades of Research. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 951-970.

WEIGERT, A., WENDKER, H. J. & WISOTZKI, L. (2010). *Astronomie und Astrophysik: Ein Grundkurs*. 5., aktualisierte und erweiterte Auflage. Weinheim: Wiley- VCH-Verlag.

Westdeutscher Rundfunk (WDR) (2023). <https://www.wdrmaus.de/extras/mausthemen/weltall/index.php5> (01.12.2023).

WODZINSKI, R. (2015). Physikalische Fachkonzepte anbahnen – Anschlussfähigkeiten verbessern. In: E. KIRCHER, R. GIRWIDZ, R. & P. HÄUSSLER (Hg.), *Physikdidaktik: Theorie und Praxis* (429-453). Auflage. Berlin/ Heidelberg: Springer Spektrum.

WODZINSKI, R. & WILHELM, T. (2018). Schülervorstellungen im Anfangsunterricht. In: H. SCHECKER, T. WILHELM, M. HOPF & R. DUIT (Hg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 243-268). Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

LENA PAHSEN schloss im Jahr 2023 ihr Studium für das Lehramt an Grundschulen mit Drittfach Sachunterricht an der Universität Duisburg-Essen mit Auszeichnung ab. Im Rahmen ihrer Masterarbeit entstand das Material und fanden die Erhebungen statt.

GERHARD WURM ist Professor für Experimentelle Physik an der Universität Duisburg-Essen. Er beschäftigt sich mit Planeten und deren Entstehung.

CHRISTOPH PAWEK ist Vorstandsbeauftragter für Nachwuchsförderung im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR). Er beschäftigt sich seit über 25 Jahren mit der Vermittlung von aktuellen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen insbesondere durch Schülerlabore an Forschungseinrichtungen.

HENDRIK HÄRTIG ist Professor für Didaktik der Physik an der Universität Duisburg-Essen. Er beschäftigt sich mit dem Einfluss von Sprache auf das Physiklernen und der Gestaltung von Texten. *Astronomie ist ein zentrales Thema einer Lehrveranstaltung für Studierende im Lehramt Grundschule.* ■

Unterrichts-
Ideen
finden.

SUCHE IM ARCHIV DES MNU-JOURNALS

MNU journal

Das Archiv umfasst die im MNU-Journal erschienenen Artikel der Jahrgänge 1992 bis 2021.
Bei Angabe mehrerer Suchbegriffe werden alle Ergebnisse angezeigt, die mindestens einen dieser Begriffe enthalten.

Suchbegriffe:

Suchen

2500 Artikel des MNU-Journals
wollen entdeckt werden.

Heft	Titel	Fach	Stufe
2005-02	Geometrisches Konstruieren - Unterschiedliche Zugänge am Beispiel eines gotischen Kirchenfensters erfahrbar machen	Mathematik	
2010-03	Bilder aus ganzzahligen Funktionen	Mathematik	
2013-06	Erkennen heißt Machen – Freihandversuche im Physikunterricht	Physik	
2017-02	Experimentieren mit Hexafloräthanen - Strukturen explorieren, Vermutungen über		

www.mnu-journal.de