

Die kopernikanische Wende als Anlass zur expliziten Thematisierung der Natur der Naturwissenschaften im Astronomieunterricht

Inka Haak, Jens Klinghammer, Olaf Krey, Thorid Rabe

Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Haak, Inka, Jens Klinghammer, Olaf Krey, and Thorid Rabe. 2021. "Die kopernikanische Wende als Anlass zur expliziten Thematisierung der Natur der Naturwissenschaften im Astronomieunterricht." In *Lehrkräftebildung neu gedacht: ein Praxishandbuch für die Lehre in den Naturwissenschaften und deren Didaktiken*, edited by Marcus Kubsch, Stefan Sorge, Julia Arnold, and Nicole Graulich, 92–96. Münster: Waxmann.
<https://doi.org/10.31244/9783830993490>.

Lehrkräftebildung neu gedacht

*Ein Praxishandbuch für die Lehre in den
Naturwissenschaften und deren Didaktiken*

Marcus Kubsch, Stefan Sorge,
Julia Arnold & Nicole Graulich (Hrsg.)



WAXMANN

Marcus Kubsch, Stefan Sorge,
Julia Arnold & Nicole Graulich (Hrsg.)

Lehrkräftebildung neu gedacht

Ein Praxishandbuch für die Lehre
in den Naturwissenschaften und deren Didaktiken



Waxmann 2021
Münster • New York

Gefördert durch die Joachim Herz Stiftung und den
Publikationsfonds für Monografien der Leibniz-Gemeinschaft.

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in
der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische
Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Print-ISBN 978-3-8309-4349-5

E-Book-ISBN 978-3-8309-9349-0

<https://doi.org/10.31244/9783830993490>

Das E-Book ist unter der Lizenz CC BY-NC-SA open access verfügbar.

© Waxmann Verlag GmbH, 2021

Steinfurter Straße 555, 48159 Münster

www.waxmann.com

info@waxmann.com

Umschlaggestaltung: Selina Schnetger, IPN

Satz: MTS. Satz & Layout, Münster

Druck: CPI Books GmbH, Leck

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier,
säurefrei gemäß ISO 9706



Printed in Germany

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, verboten.
Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des
Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung
elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Inhalt

Lehrkräftebildung neu gedacht	9
<i>Marcus Kubsch, Stefan Sorge, Julia Arnold & Nicole Graulich</i>	

Teil I – Kompetenzen innovativ vermitteln

„Design Thinking meets Didactics“ – Fachdidaktische Ausbildung Chemie	13
<i>Hans-Dieter Körner & Andreas Belthle</i>	

Einführung in Grundlagen der Forschungsmethodik in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehrkräftebildung – Eine fachübergreifende Neuausrichtung im Sinne eines Flipped-Classroom-Konzepts	19
<i>Sarah Hundertmark, Benedikt Heuckmann & Julian Heeg</i>	

Lehrkräftebildung an der Hochschule konstruktivistisch gestalten – Lehr-Lern-Prinzipien, -Modelle und -Settings zu Lernen mittels Konzeptwechsel, Problembasiertem und Situiertem Lernen	29
<i>Finja Grospietsch, Isabelle Lins, Katharina Gimbel & Monique Meier</i>	

Kompetenzorientierte Lehre in physikdidaktischen Lehrveranstaltungen nach dem Inverted-Classroom-Ansatz	40
<i>Martin Schwichow</i>	

Ein digitales Seminarkonzept zur kooperativen und differenzierten Gestaltung von inklusivem naturwissenschaftlichem Unterricht	45
<i>Vanessa Seremet, Katharina Gierl, Jaar Boskany, Robin Schildknecht, Alexander Kauertz, Sandra Nitz & Andreas Nehring</i>	

MINTegration – Projektunterricht mit Geflüchteten	54
<i>Martin Lindner, Teresa Fritsch, Jette Lippmann</i>	

Diagnostizieren, Fördern, Tutorieren – Ein Seminarkonzept zur Anwendung fachdidaktischer Methoden in Kooperation mit chemischen Fachmodulen	62
<i>Leonie Lieber, Julia Ortmann, Ira Caspari & Nicole Graulich</i>	

Historische Experimente in die Lehrkräftebildung integrieren	72
<i>Michelle Mercier & Peter Heering</i>	

Aktuelle molekularbiologische Themen in der Schule vermitteln lernen – Verzahnung von Professionswissen und explizite Thematisierung von NoS/NoSI	82
<i>Janne-Marie Bothor, Monique Meier, Katharina Gimbel & Kathrin Ziepprecht</i>	

Die kopernikanische Wende als Anlass zur expliziten Thematisierung der Natur der Naturwissenschaften im Astronomieunterricht	92
<i>Inka Haak, Jens Klinghammer, Olaf Krey & Thorid Rabe</i>	

„Das brauche ich nie mehr in der Schule“ – Integrationsmodul Analytische Chemie ...	97
<i>Markus Emden, Hans-Dieter Körner & Matthias Scholz</i>	

Innovative Kooperation mit Forschungsabteilungen aus Physik und Technik für das Lehramtsstudium – Kontextualisiertes Lernen anhand aktueller Forschungsprojekte	102
<i>Andrea Maria Schmid, Markus Rehm & Dorothee Brovelli</i>	

Forschung trifft Schule – Chemie-Labothek als innovatives, vernetzendes Format ..	108
<i>Claudia Bohrmann-Linde, Nico Meuter, Richard Kremer, Nuno Pereira Vaz & Julian Venzlaff</i>	

Lehr-Lern-Labor BinEx – Konzeption eines Lehr-Lern-Labor-Seminars zum binnendifferenzierenden Experimentieren	113
<i>Anita Stender</i>	

Teil II – Fokus: Planung und Reflexion von Unterricht

Zur softwaregestützten Förderung der unterrichtlichen Planungskompetenz in Schulpraktika – das Onlinetool „DU – Digitales Unterrichtscoaching“	121
<i>Daniel Scholl, Simon Küth, Björn Schwarz, Hannah Lathan, Petra Wolters & Christoph Schüle</i>	

Kontrastieren und Vergleichen mit Videovignetten – Konzeption einer Diagnose-Übungseinheit für Biologielehramtsstudierende	126
<i>Daniel Horn & Monique Meier</i>	

Fachspezifisches Classroom Management beobachten – Videovignetten als digitale Lehr-Lern-Tools	131
<i>Tobias Denecke, Dagmar Hilfert-Rüppell & Kerstin Höner</i>	

Videobasierte Kompetenzentwicklungskette in fachdidaktischen Praktika und Seminaren – Von der Videographie mit Live-Feedback zur kollaborativen Videoanalyse	136
<i>Christoph Thyssen & Arash Tolou</i>	

Sachcomicgestaltung mit der Paper-Cut-Out-Technik im Lehramt der Naturwissenschaften	145
<i>Markus Prechtel</i>	

Förderung angehender Lehrkräfte im Umgang mit Evidenzen für den naturwissenschaftlichen Unterricht	150
<i>Pascal Pollmeier & Sabine Fechner</i>	

Wie adaptiert man Unterrichtskonzepte erfolgreich? Ein Beispiel anhand von Inquiry into Radioactivity für den Einsatz in Gymnasien ...	155
<i>Michael M. Hull & Andy Johnson</i>	

ReFeed: computerunterstütztes Feedback zu Reflexionstexten – Ein Lehrkonzept zur Förderung der Reflexionskompetenz angehender Physiklehrkräfte an der Universität Potsdam	160
<i>Lukas Mientus, Peter Wulff, Anna Nowak & Andreas Borowski</i>	

Biologieunterricht in Blogs kompetenzorientiert reflektieren – Verfassen von Mikroartikeln im Praxissemester	166
<i>Leroy Großmann & Stefan H. Nessler</i>	

„Oh Gott, was mach’ ich jetzt? Unerwartete Unterrichtssituationen reflektieren und bewältigen – ein Lehr-Lern-Labor-Format	176
<i>Annette Marohn & Yvonne Rath</i>	

Selbst entwickeln oder die Umsetzung reflektieren? Ansätze zur Ausgestaltung von Lehr-Lern-Laboren im Vergleich	186
<i>Sabrina Syskowski, Stefan Sorge, Karsten Rincke, Tim Boshuis & Carina Wöhlke</i>	

Teil III – Medien gewinnbringend einsetzen und entwickeln

SageModeler: eine digitale Lernumgebung zur Förderung von Modellierungskompetenz	199
<i>Tom Bielik & Moritz Krell</i>	

Social-Media-Diskurskarten zur Förderung der Argumentations- und
Diskursfähigkeit in naturwissenschaftlichen Kontexten nutzen 203
Alexander Bergmann, Anna Beniermann & Alexander Büssing

Professionsverantwortung in der Klimakrise: Klimawandel unterrichten –
Befähigung Lehramtsstudierender zur Klimabildung als wichtiger Beitrag zum
Erreichen der SDGs 208
Andrea Möller, Johanna Kranz, Agnes Pürstinger & Veronika Winter

Digitale Medien selbst gemacht – AppLaus – ein Kooperationsprojekt zwischen
Biologie- und Informatikdidaktik 218
Daniela Mahler, Andreas Mühling & Julia Arnold

Studierende erstellen interaktive Experimentiervideos 223
Lion Cornelius Glatz, Roger Erb & Albert Teichrew

Studierende als Experten für den Einsatz von digitalen Medien
im Chemieunterricht 228
Hanne Rautenstrauch & Maike Busker

Einsatz von Augmented Reality – Phasenvernetzt und praxisorientiert vermittelt .. 237
Mareike Freese, Jan Winkelmann, Mark Ullrich, Albert Teichrew & Roger Erb

Chemiedidaktik trifft Mediendesign –
Anwendung fachdidaktischer digitaler Kompetenzen 243
Stefanie Herzog, Ilka Parchmann, Silke Rönnebeck & Roman Adler

Mit interdisziplinärer Teamarbeit und digitalen Medien zum
sprachbewussten Unterricht 248
Monika Angela Budde & Maike Busker

Lehramtsausbildung Physik 2.0 (LaP 2.0) –
Implementierung digitaler Lerninhalte 258
Jasmin Andersen, Dietmar Block, Irene Neumann & Knut Neumann

Autorinnen und Autoren 263

Ergänzendes Material steht unter www.waxmann.com/buch4349 zum Download zur
Verfügung und ist zu den einzelnen Beiträgen zusätzlich über QR-Codes abrufbar.

Die kopernikanische Wende als Anlass zur expliziten Thematisierung der Natur der Naturwissenschaften im Astronomieunterricht

Inka Haak, Jens Klinghammer, Olaf Krey & Thorid Rabe

Angesichts der medialen Präsenz astronomischer Themen und ihres Potentials zur Motivation von Schülerinnen und Schülern, sich weiterführend mit Naturwissenschaften auseinanderzusetzen (Clausnitzer, 2010; Sjøberg & Schreiner, 2010), erscheint es vielversprechend, astronomische Themen auch als Lerngelegenheiten zur Geschichte und Natur der Naturwissenschaften (NdN) zu nutzen. Da nicht nur Schülerinnen und Schüler, sondern auch (Astronomie-)Lehrkräfte inadäquate Vorstellungen zur NdN aufweisen können (Aretz et al., 2016; Buaraphan, 2012), wurde die im Folgenden vorgestellte Lerneinheit für deren fachdidaktische Qualifikation entwickelt und erprobt.

1. Lernen über die Natur der Naturwissenschaften im Astronomieunterricht

Eine naturwissenschaftliche Grundbildung, die eine „Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklung und naturwissenschaftliche Forschung“ (KMK, 2004, S. 6) ermöglicht, umfasst auch ein Lernen über die Natur der Naturwissenschaften (NdN, synonym zu Nature of Science, NoS), die im naturwissenschaftlichen Unterricht allerdings meist nur implizit thematisiert wird (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Unzureichende epistemologische Überzeugungen zur NdN bei Schülerinnen und Schülern, wie z. B. naturwissenschaftliches Wissen sei absolut oder Erkenntnisse könnten nur durch Experimente gewonnen werden (McComas et al., 1998), sind die Folge. Auch bei Studierenden oder Lehrkräften naturwissenschaftlicher Fächer sind solche problematischen Vorstellungen zu finden (Aretz et al., 2016; Buaraphan, 2012).

Eine explizite Thematisierung der NdN mit zukünftigen Astronomielehrkräften soll dem entgegenwirken. Am Beispiel der kopernikanischen Wende, die die Abkehr vom geozentrischen hin zum heliozentrischen Weltbild markiert (vgl. Nussbaumer, 2011), können folgende Aspekte der NdN, die wissenschafts- und erkenntnistheoretische, wissenschaftssoziologische, geschichtliche und psychologische Dimensionen umfasst (McComas et al., 1998), verdeutlicht werden:

- Die Entwicklung von Modellen der Position und Bewegung von Himmelskörpern basiert auf dem Wissen (u. a. Beobachtungsdaten und -instrumente, Mathematik) verschiedener Kulturen und Epochen. Zu nennen sind hier die babylonische Astronomie um 1000 v. Chr.–1000 n. Chr., die griechische Naturphilosophie 600 v. Chr.–200 n. Chr., die chinesische Wissenschaft bis etwa 1400, die arabische Wissenschaft vom 8.–12. Jahrhundert und die (zentral-)europäische Naturwissenschaft ab dem 16. Jahrhundert (Fara, 2010).
- Die Etablierung eines neuen Modells erfolgt nicht zwangsläufig und reibungslos, sondern trifft auf persönliche, kulturelle, religiöse oder ökonomische Widerstände. Wissenschaft findet in sozialen Kontexten statt, in denen die Macht von z. B. Fachkreisen oder der Kirche sowie soziale Beziehungen die Interpretation der Ergebnisse und deren Publikation beeinflussen. Wissen ist also zuverlässig, aber nicht beständig (vgl. Konsensvorschlag zur NdN von McComas et al., 1998).

2. Thematisierung von NdN im Rahmen der Astronomiedidaktik

An der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg umfasst das Ergänzungsstudium für das Schulfach Astronomie ein vergleichsweise umfangreiches fachliches und fachdidaktisches Curriculum, das in einer Staatsprüfung mündet. Im Sinne einer Anschlussfähigkeit an den naturwissenschaftsdidaktischen Diskurs werden in der Astronomiedidaktik die *Rolle als Astronomielehrkraft, Bildungsgehalt und Scientific Literacy, Lernendenvorstellungen, Modelle, außerschulische Lernorte, digitale Medien, Umgang mit Heterogenität* und die NdN auf den Astronomieunterricht bezogen thematisiert. Insgesamt umfasst die Astronomiedidaktik sechs Sitzungen – verteilt auf zwei Semester. Die Grundlagen zur NdN und ein exemplarisches Unterrichtsszenario zur kopernikanischen Wende werden in der dritten der dreistündigen Sitzungen, bestehend aus Vorlesungs- und Seminarabschnitten, erarbeitet.

Vorab füllen die Studierenden einen Fragebogen zur Dokumentation der eigenen Vorstellungen zur NdN nach Liang et al. (2008) aus, der im weiteren Verlauf als Reflexionsinstrument dient, und sie bereiten sich fachlich auf die kopernikanische Wende vor.

Im vorlesungsartigen Teil der Lehrveranstaltung wird zunächst das Verhältnis von Astronomie und der NdN auf einer eher theoretischen Ebene thematisiert, um die Relevanz des Themas und Grundannahmen eines Kernkonsens zu einer angemessenen Sicht auf die NdN zu vermitteln. Dazu wird der aktuelle Forschungsstand zur NdN vorgestellt und dessen Bedeutsamkeit entlang der NdN-Dimensionen für die Allgemeinbildung der Schülerinnen und Schüler im naturwissenschaftlichen Unterricht begründet. Nach einem weiteren Input zu epistemologischen Überzeugungen und deren Einfluss auf das Lernen von Schülerinnen und Schülern (u. a. Hofers Modell übersetzt in Urhahne & Hopf, 2004) eruieren die Studierenden in Kleingruppen, inwiefern Astronomie prädestiniert ist, um unterschiedliche Elemente der Konsensliste über die NdN nach McComas et al. (1998) sowie jeweils dazugehörige Fehlvorstellungen unterrichtlich aufzugreifen. Konkret erarbeiten die Studierenden mithilfe

ausgewählter Medien (Schulbuchausschnitte, Rahmenlehrplan, Überblicksliteratur) eine Übersicht mit Themen, die geeignet sind, die (Fehl-)Vorstellungen zur NdN zum Unterrichtsgegenstand zu machen; sie präsentieren und diskutieren die Ergebnisse dann im Plenum.

Im seminaristischen Teil wird das theoretische Wissen dann mithilfe der im naturwissenschaftlichen Unterricht wenig verbreiteten Methode der Podiumsdiskussion (Stolz et al., 2011) mit Rollenspielelementen (nach Kulick, 2014) auf das Beispiel der kopernikanischen Wende praxisnah angewandt. Durch die Erprobung dieser Unterrichtsmethode können die Studierenden die „Entscheidungs- und Durchsetzungsprozesse von Ideen“ (Leisen, 2008, S. 34) in der Komplexität persönlicher, kultureller, religiöser oder ökonomischer Kontexte möglichst aktiv und multiperspektivisch nachvollziehen, wobei auch subjektive Bedeutsamkeit erzeugt wird. Erfahrbar wird auch, dass die Genese naturwissenschaftlichen Wissens durch die Offenlegung der Argumente und den Austausch im sozialen Kontext erfolgt.

Im Rahmen dieser fiktiven Diskussion – historisch konnten die Beteiligten nicht aufeinandertreffen – zur provokanten Frage *Kopernikus' geozentrisches Weltbild – Neuordnung des Himmels oder mathematische Narretei?* schlüpfen die Studierenden in die Rollen historischer Charaktere, die bis zum 17. Jahrhundert für die Entwicklung des heliozentrischen Modells des Sonnensystems relevant waren: Nikolaus Kopernikus, Claudius Ptolemäus, Johannes Kepler, ein/e Vertreter/in der katholischen Kirche und ein/e Vertreter/in der Landbevölkerung um 1500. Ihre Aufgabe ist es, sich die entsprechenden Argumente aus Sicht der jeweiligen Rolle anzueignen, um in der Diskussion möglichst authentisch deren Position vertreten zu können. Die anderen Studierenden beobachten die Diskussion aufmerksam.

In der etwa 45-minütigen Podiumsdiskussion nimmt der/die Moderator/in (Kursleitung) eine zentrale Rolle ein (zusammenfassend: Kulick, 2014). Durch geschickte Erzählaufforderungen – wie z. B. das Weitergeben provokanter Aussagen an andere Diskussionsbeteiligte – bindet sie idealerweise alle Parteien gleichermaßen ein, um eine wissenschaftsfundierte Argumentation (Kulick, 2014) aufrechtzuerhalten. Es besteht die Gefahr, dass Diskussionen mit fiktiven Teilnehmerinnen und Teilnehmern und sehr konträren Positionen oberflächlich bleiben (van Ments, 1991), ins Stocken geraten oder eskalieren, sodass die angestrebten Ziele nicht vollständig erreicht werden. Wie bei allen Podiumsdiskussionen ist auch hier der Ausgang ungewiss (vgl. Kulick, 2014), auch wenn die Diskussion historisch entschieden ist.

Im Anschluss an die Diskussion erfolgt eine etwa 20-minütige Reflexionsphase anhand folgender Leitfragen: 1. *Wie ist es Ihnen in der Diskussion ergangen?*, 2. *Was haben Sie aus der Diskussion zur NdN mitgenommen?*, 3. *Was können Schülerinnen und Schüler aus so einer Diskussion über NdN mitnehmen?* und 4. *Was ist bei einer unterrichtlichen Umsetzung zu beachten?* sowie eine Einordnung in den gesamthistorischen Kontext. Diese Diskussion ist bedeutsam, um zum einen die Diskutierenden aus ihren Rollen herauszuführen (van Ments, 1991), aber vor allem, um die angestrebten Zieldimensionen der Explikation der NdN zu erreichen.

Weitere Informationen zur Vorbereitung sowie zum Ablauf der Podiumsdiskussion werden im Onlinematerial¹ in Form einer Handreichung mit Arbeitsmaterial zur Verfügung gestellt.

Abschließend analysieren die Studierenden ihre eigenen (Eingangs-)Vorstellungen zur NdN mithilfe des vorab ausgefüllten Fragebogens, indem sie ihre Antworten auf Basis der Erkenntnisse der Sitzung überdenken und anschließend diese mit einem Auswertungsbogen nach Liang et al. (2008) abgleichen.

3. Schluss

Mit unserem Praxisbeispiel aus der Astronomiedidaktik haben wir eine Möglichkeit skizziert, Studierenden eine aktive Auseinandersetzung mit der NdN zu ermöglichen. Die Erfahrung zeigt, dass sich das Zusammenspiel aus der Erhebung der eigenen Perspektiven vorab, der theoretischen Einführung in das Thema und der Anwendung auf ein unterrichtliches Szenario, das mit Chancen und Grenzen diskutiert wird, bewährt, um die Studierenden zunehmend in die Lage zu versetzen, ihre in der Lehrveranstaltung gemachten Erfahrungen sowie ihr theoretisches Wissen kritisch reflektierend in unterrichtliche Praxis einzubringen. Das beschriebene Seminarkonzept lässt sich aus unserer Sicht auch für die Auseinandersetzung mit der NdN in anderen Fachdidaktiken adaptieren und auf andere historisch oder aktuell strittige naturwissenschaftliche Themen übertragen.

Literatur

- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701. <https://doi.org/10.1080/09500690050044044>
- Aretz, S., Borowski, A. & Schmeling, S. (2016). A fairytale creation or the beginning of everything: Students' pre-instructional conceptions about the Big Bang theory. *Perspectives in Science*, 10, 46–58. <https://doi.org/10.1016/j.pisc.2016.08.003>
- Buaraphan, K. (2012). Embedding Nature of Science in Teaching About Astronomy and Space. *Journal of Science Education and Technology*, 21(3), 353–369. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9329-9>
- Clausnitzer, L. (2010). *Astronomieunterricht und sein Beitrag für eine vernetzte Allgemeinbildung*. Verfügbar unter: <http://www.lutz-clausnitzer.de/as/ProAstro-Sachsen/proastro-sachsen.html>.
- Fara, P. (2010). *4000 Jahre Wissenschaft*. [SCIENCE: A Four Thousand Year History]. Spektrum Akademischer Verlag.
- KMK (2004, Dezember). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz. Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. Beschluss vom 16.12. 2004. Verfügbar unter

1 Ergänzendes Material steht unter www.waxmann.com/buch4349 zum Download zur Verfügung.

- https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf
- Kulick, S. (2014). *Diskussionen im Geographieunterricht: eine Untersuchung zum Umgang mit und zur Förderung von Kommunikationskompetenz*. Humboldt Universität zu Berlin.
- Leisen, J. (2008). Die kopernikanische Wende. Mit szenischen Dialogen Entstehungs- und Durchsetzungsprozesse von Ideen darstellen. *Unterricht Physik*, 19(103), 34–41. Verfügbar unter: <http://www.josefleisen.de/downloads/erkenntnistheorie/95%20kopernikanische%20wende%20niu%202007.pdf>
- Liang, L. L., Chen, S., Chen, X., Kaya, O. N., Adams, A. D., Macklin, M. & Ebenezer, J. (2008). Assessing preservice elementary teachers' views on the nature of scientific knowledge: A dual-response instrument. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1), 1–20. Verfügbar unter: https://www.ied.edu.hk/apfslt/download/v9_issue1_files/liang.pdf
- McComas, W. F., Clough, M. P. & Almazroa, H. (1998). The role and character of the nature of science education. In W. F. McComas (Hrsg.), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies* (Bd. 7). Kluwer Academics Publisher.
- Nussbaumer, H. (2011). *Revolution am Himmel. Wie die kopernikanische Wende die Astronomie veränderte*. vdf Hochschulverlag AG.
- Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2010). *The ROSE project: An overview and key findings*. University of Oslo. Verfügbar unter: <http://www.cemf.ca/%5c/pdfs/sjobergschreineroverview2010.pdf>
- Stolz, M., Witteck, T., Marks, R. & Eilks, I. (2011). ‚Doping‘ für den Chemieunterricht und eine Reflexion über geeignete Themen für einen gesellschaftlich relevanten Chemieunterricht. *MNU* 64(8), S. 472–497. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/profile/ingo_eilks/publication/247768431_doping_fur_den_chemieunterricht_und_eine_reflexion_uber_geeignete_themen_fur_einen_gesellschaftlich_relevanten_chemieunterricht
- Urhahne, D. & Hopf, M. (2004). Epistemologische Überzeugungen in den Naturwissenschaften und ihre Zusammenhänge mit Motivation, Selbstkonzept und Lernstrategien. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 71–87. Verfügbar unter: ftp://ftp.rz.uni-kiel.de/pub/ipn/zfdn/2004/4.Urhahne_Hopf_071-088.pdf
- van Ments, M. (1991). *Rollenspiel effektiv – Ein Leitfaden für Lehrer, Erzieher, Ausbilder und Gruppenleiter*. Oldenbourg.

Zusatzmaterial: Kopernikanische_Wende

