

Wolf, Friederike; Nepper, Hannes Helmut

Die Batterie hat keinen Saft mehr. Lernendenvorstellungen innerhalb der Elektrotechnik

technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 4 (2024) 2, S. 25-35



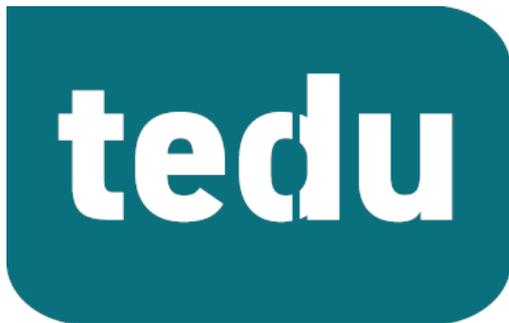
Quellenangabe/ Reference:

Wolf, Friederike; Nepper, Hannes Helmut: Die Batterie hat keinen Saft mehr. Lernendenvorstellungen innerhalb der Elektrotechnik - In: *technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 4 (2024) 2, S. 25-35* - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-322952 - DOI: 10.25656/01:32295

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-322952>

<https://doi.org/10.25656/01:32295>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<https://tec-edu.net/tedu>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

technik – education

4. Jahrgang

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung
im allgemeinbildenden Technikunterricht

2|2024



www.tec-edu.net

tedu

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht

[HTTPS://TEC-EDU.NET/TEDU](https://tec-edu.net/tedu)

HERAUSGEBER

Prof. Dr. Hannes Helmut Nepper
Dr. Armin Ruch, OStR
Dr. Dr. Dierk Suhr

Mail

herausgeber@tec-edu.net

Anschrift

Pädagogische Hochschule Schw. Gmünd
Institut für Bildung, Beruf und Technik
Abteilung Technik
Oberbettringer Straße 200
73525 Schwäbisch Gmünd
www.tec-edu.net

AUTOR*INNEN IN DIESEM HEFT

Simon Baier
Robert Heinevetter
Elias Jank
Fabian Krum
Hannes Helmut Nepper
Isabelle Penning
Armin Ruch
Dominik Scharpf
Dierk Suhr
Jan Winkelmann
David Weiler
Friederike Wolf

Inhalt

GRUSSWORT DER HERAUSGEBER.....2

UNTERRICHTSFORSCHUNG

D. SUHR

KONZEPT EINER MINT-DIDAKTIK.....3

UNTERRICHTSPRAXIS

R. HEINEVETTER & I. PENNING

MIT VORRICHTUNGEN DIFFERENZIIERTEN UN- TERRICHT FÖRDERN18

UNTERRICHTSFORSCHUNG

F. WOLF & H. H. NEPPER

DIE BATTERIE HAT KEINEN SAFT MEHR.....25

UNTERRICHTSPRAXIS

D. SCHARPF & D. WEILER

MIKROCONTROLLER ARBEITSBRETTER36

UNTERRICHTSPRAXIS

E. JANK, H. H. NEPPER & J. WINKELMANN

GENERATIVE KI46

ANKÜNDIGUNGEM

A, RUCH, F. WOLF

NEUE FACHLITERATUR.....53

ANKÜNDIGUNGEM

DGTB

CALL FOR PAPERS.....55

UNTERRICHTSPRAXIS

F. KRUM

HERSTELLUNG EINES SCHRAUBENDREHER-SETS56

UNTERRICHTSPRAXIS

S. BAIER

FERTIGUNG EINER SPIELKÜCHE63

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber wieder.

Insbesondere bei unterrichtspraktischen Artikeln wird darauf hingewiesen, dass es unterschiedliche Sicherheitsbestimmungen gibt und jede Lehrkraft bei der Umsetzung selbst dafür verantwortlich ist, die Gefährdung zu beurteilen und die Vorschläge für die eigene Praxis entsprechend der jeweilige Vorschriftenlage anzupassen.

Titelbild: Armin Ruch mit firefly

ISSN: 2748-2022

Die Batterie hat keinen Saft mehr

Lernendenvorstellungen innerhalb der Elektrotechnik

Friederike Wolf, Hannes Helmut Nepper

SCHLAGWORTE

Lernendenvorstellungen
Präkonzepte
Schüler*innenvorstellungen

ABSTRACT

Die vorliegende Arbeit untersucht im Rahmen eines explorativen Ansatzes, welche Lernendenvorstellungen im allgemeinbildenden Technikunterricht innerhalb der Elektrotechnik bei n = 319 Schüler*innen der Sekundarstufe I in Baden-Württemberg vorhanden und inwiefern diese mit empirischen Befunden aus dem benachbarten Physikunterricht vergleichbar sind. Mithilfe von authentischen Unterrichtsvignetten im offenen Antwortformat werden verschiedene Vorstellungen der Schüler*innen identifiziert und tiefgehend analysiert. Ziel ist es, dass Lehrende einen Einblick sowie ein besseres Verständnis für die Vorstellungswelten ihrer Lernenden bekommen, um daraus didaktische Implikationen für den Technikunterricht abzuleiten zu können.

LERNTHEORETISCHE GRUNDLAGEN

Die Lernendenvorstellungsforschung ist keineswegs ein aktueller Zugang der Neuzeit. Bereits 1835 stellt Diesterweg fest, dass „ohne die Kenntnis des Standpunkts des Schülers [...] keine ordentliche Belehrung desselben möglich [sei]“ (Diesterweg, 1835, zitiert nach Duit, 2008, S. 2). Die Erkenntnis vom Vorhandensein von Lernendenvorstellungen sowie deren Berücksichtigung als grundlegender Anknüpfungspunkt für den Unterricht wird auch von Ausubel (1968, S. vi) postuliert, indem er darauf hinweist, dass ein entscheidender Faktor beim Lernen das bereits vorhandene Wissen der Lernenden darstellt. In den MINT-beteiligten Fächern spielt die Erforschung von Lernendenvorstellungen bereits seit den 1970er Jahren eine bedeutende Rolle für den Unterricht. Insbesondere in den Fachdidaktiken Physik, Chemie und Biologie lassen sich zahlreiche Publikationen in diesem Bereich finden. Ebenso können Fachdomänen wie beispielsweise die Geografie mittlerweile von einem breit erforschten Bereich sprechen. Auch für die Technikdidaktik ist die Beachtung von Lernendenvorstellungen aufgrund ihrer vielfältigen und komplexen Inhalte von erheblicher Relevanz und für den Technikunterricht sowie für die Lehramtsausbildung ein unabdingbarer Aspekt. Bislang mangelt es jedoch an ausreichend empirischen Untersuchungen.

Lernen und Lernprozess

Gerrig (2015, S. 200) deklariert Lernen als einen erfahrungsbasierten Prozess, der in einer konsistenten Änderung des Verhaltens oder des Verhaltenspotenzials resultiert. Der Gesamtheit menschlichen Lernens wird diese Definition allerdings nicht gerecht. Lernen kann ebenso stattfinden, ohne dass dabei ein Verhalten gezeigt werden muss. Steiner (2001) fokussiert demgegenüber explizit die inneren Prozesse, die in einem Individuum ablaufen, wenn gelernt wird. „Lernen im Sinne von Wissenserwerb kann als der Aufbau und die fortlaufende Modifikation von Wissensreprä-

sentationen definiert werden“ (ebd., S. 164). Er fügt weiter hinzu, dass Lernen ein bereichsspezifischer komplexer und mehrstufiger Prozess ist, der die Teilprozesse des Verstehens, Speicherns und Abrufens einschließt“ (ebd., S. 164). In diesem Zusammenhang wird Lernen folglich als gradueller Wissenserwerbsprozess gefasst, welcher auch für den folgenden Beitrag maßgebend ist.

Konstruktivistische Lehr-Lerntheorie

Für die konstruktivistische Lehr-Lerntheorie ist die Annahme zentral, dass Wissen nicht mit einer Kopie der Wirklichkeit gleichgesetzt werden kann. Vielmehr beschreibt die konstruktivistische Sichtweise eine persönliche Wissenskonstruktion des Menschen (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2001, S. 626). Lernen kann demnach nicht als direkter „Wissenstransport“ von der Lehrperson zum Lernenden erfolgen. Die konstruktivistische Lerntheorie versteht Lernen vielmehr als einen aktiven Prozess, bei dem die/der Lernende seine/ihre eigene Vorstellung von einem Sachverhalt konstruiert (Vankan et al., 2007, S. 162). Der/Die Lernende schafft folglich ihre/seine individuellen Repräsentationen der Welt. Neue Informationen werden dabei in vorhandene Wissensstrukturen eingeordnet, strukturiert und in einen für das Individuum stimmigen Gesamtzusammenhang gebracht (ebd., S. 162). Da der Konstruktivismus die Genese von Wissen verkörpert, stellt er eine wichtige Lerntheorie für den schulischen Bereich dar und spielt eine bedeutende Rolle für den Zusammenhang mit Lernendenvorstellungen. Es ist hierbei klarzustellen, dass es nicht den einen Konstruktivismus gibt, er stellt auch keine eigene Wissenschaftsdisziplin dar. Vielmehr beschreibt er ein Paradigma, welches einen inter- und transdisziplinären Charakter aufweist (Riemeier, 2007, S. 70) und sich in mehrere Strömungen differenzieren lässt. Die Strömung des moderaten Konstruktivismus ist für den vorliegenden Beitrag zentrales Moment und wird nun folgend dargestellt.

Moderater Konstruktivismus

Der moderate Konstruktivismus entwickelte sich in den letzten Jahren zu dem vorherrschenden paradigmatischen Rahmen für die Lehr- und Lernprozessforschung (Riemeier, 2007, S. 70). Lernen aus der moderat-konstruktivistischen Betrachtungsweise ist „ein aktiver, selbstgesteuerter, konstruktiver, emotionaler, sozialer und situativer Prozess“ (Mandl, 2006, S. 29). Der Beginn des moderaten Konstruktivismus ist Anfang der 1990er Jahre, in der Zeit, als Kritik am deutschen Bildungssystem laut wurde, zu datieren. Hauptkritikpunkt war, dass sich die Lernenden zu viel sogenanntes träges Wissen (u.a. Renkl, 1996, 2004) in der Schule aneignen. Damit ist ein Wissen gemeint, das nicht in bisheriges Wissen integriert sowie in multiplen Kontexten nicht angewendet werden kann (Gerstenmaier & Mandl, 1995, S. 867). Lehrende, die eine aktive Rolle innehaben und Lernende, die eine eher rezeptive Rolle beibehalten, werden als einer der Hauptgründe für das Dilemma angesehen. Um die Generierung von trägem Wissen im Lernprozess zu vermeiden, muss die Konsequenz ein aktives und selbstreguliertes Lernen in authentischen Kontexten sein.

Konsequenzen für das Gestalten von Lernumgebungen

Die Tatsache, dass der Lernprozess von außen nicht determinierbar ist, bringt eine enorme Veränderung der Rolle des Lehrenden mit sich. Es müssen Lernangebote geschaffen werden, die es ermöglichen, ausgehend von den Vorerfahrungen der Lernenden ein Konstruieren und Re-strukturieren der Wissensrepräsentation zu ermöglichen (Riemeier, 2007, S. 72). Wichtig für die Konstruktion solcher Lernumgebungen ist es, die Vorerfahrungen oder die Vorstellungen der Lernenden zu dem jeweiligen Sachverhalt zu kennen (ebd., S. 73). Aus konstruktivistischer Sicht ist es folglich nicht sinnvoll, die fachliche Perspektive im Strukturierungsprozess als allein richtungsweisend anzusehen.

Es geht aus der bisherigen naturwissenschaftsdidaktischen Forschung hervor, dass ein gewisses Maß an Instruktion vonnöten ist, um effektives Lernen zu

Lernen ist ein...
<ul style="list-style-type: none"> • aktiver Prozess, der nur über die aktive Beteiligung der Lernenden möglich ist. • selbstgesteuerter Prozess, folglich ist in letzter Konsequenz immer der Lernende selbst für die Steuerung und Kontrolle seines Lernens verantwortlich. • konstruktiver Prozess, der auf bereits vorhandenen Kenntnissen, Fähigkeiten und Einstellungen aufbaut. • emotionaler Prozess, bei dem leistungsbezogene und soziale Emotionen einen starken Einfluss haben, insbesondere hinsichtlich der Motivation für das Lernen. • situativer Prozess, d.h., Lernen erfolgt stets im spezifischen Kontext der Lernsituation und dieser Kontext ist wichtig als Interpretationshintergrund für die Bewertung der Lerninhalte. • sozialer Prozess, der von soziokulturellen Einflüssen und dem interaktiven Geschehen beim Lernen beeinflusst wird.

Tabelle 1: Merkmale der moderat-konstruktivistischen Position (Vankan et al., 2007, S. 162; Mandl, 2006, S. 29).

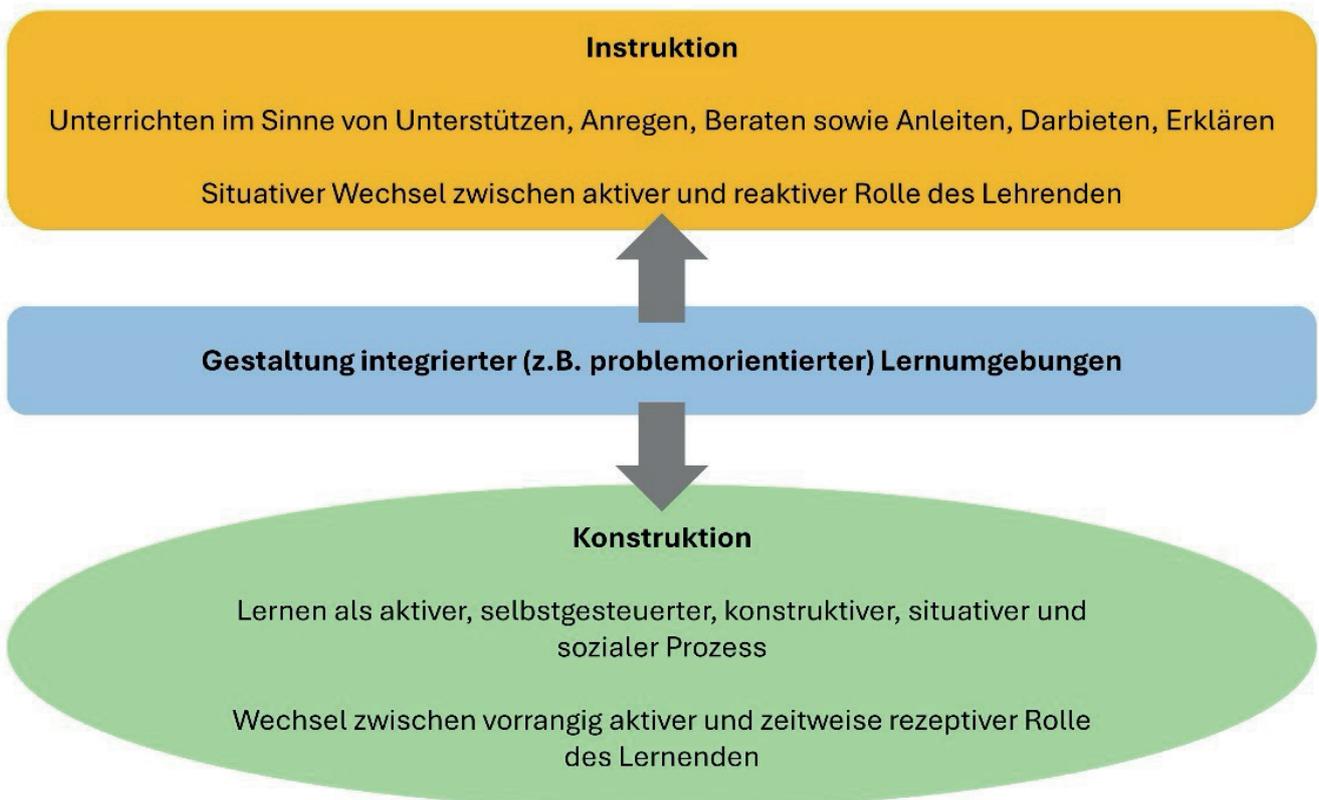


Abbildung 1: Praxisorientierte Position zum Lernen und Lehren im Sinne des moderaten Konstruktivismus (Reinman-Rothmeier & Mandl, 2001, S. 625, verändert).

ermöglichen (ebd., S. 74). Demzufolge wird nicht von einer VERSUS-, sondern von einer UND-Beziehung zwischen Konstruktion und Instruktion gesprochen (Möller, 2012, S.40), wie in Abbildung 1 näher veranschaulicht.

Die moderat-konstruktivistische Position wird als wissensbasierter Konstruktivismus bezeichnet (Vankan et al., 2007, S. 162), welcher eine praxisorientierte Position impliziert, bei der sowohl instruktionale als auch kognitivistische Unterrichtselemente von hoher Bedeutung sind. In Tabelle 1 werden die Merkmale einer moderat-konstruktivistischen Sichtweise aufgeführt.

LERNENDENVORSTELLUNGEN

Begriffsklärung

Ausubel (1968) weist wie bereits eingangs beschrieben darauf hin, dass ein entscheidender Faktor beim Lernen das bereits vorhandene Wissen der Lernenden darstellt: „[...] The most important single factor influencing learning is what the learner already knows. Ascertain this and teach him accordingly“ (ebd., S. vi). Durch die Anerkennung der Rolle des Subjektes beim Wissenserwerb rücken die individuellen Vorstellungen des Lernenden, auf denen aufbauend neues Wissen konstruiert wird, ins Zentrum lerntheoretischer Diskussionen. Demnach werden das Vorwissen sowie die bereits vorhandenen Erfahrungen und Denkstrukturen zum entscheidenden Kriterium für gelingende Lernprozesse. Für die vorunterrichtlichen Wissensstrukturen gibt es eine Vielzahl von Bezeichnungen, die im Kern weitgehend als synonym angesehen werden können, wie z.B. Schülervorstellungen, Alltagsvorstellungen, Fehlvorstellungen, Präkonzepte oder Misconceptions (Wiesner et al., 2013, S. 34).

Entstehung von Lernendenvorstellungen

Alltagsvorstellungen sind in Form multipler Repräsentationen und mentaler Modelle in unserem Gedächtnis präsent (Reinfried, 2006, S. 38ff.). Diese subjektiven Vorstellungsbilder von Ausschnitten der Realität beziehen sich auf sprachliches, bildhaftes, handlungsbezogenes und ganzheitlich-analoges Wissen. Identifiziert man die mentalen Modelle von Kindern und Jugendlichen, so lassen sich Hypothesen zu deren Entstehung aufstellen. Der Erkundungsdrang und das entwicklungspsychologisch angeborene Neugierverhalten der Kinder führen dazu, dass diese allmählich ihr eigenes Wissen konstruieren (ebd., S. 40). Durch erlebte Erfahrungen im Alltag entwickeln sie subjektive Theorien, die ihr Handeln bestimmen. Lernendenvorstellungen entstehen oftmals spontan beim Versuch, eine Erklärung für bestimmte Phänomene abzugeben. Die alltagsbasierten Vorstellungen kommen im Schulunterricht mit neuem Fachwissen in Verbindung. Lernende versuchen, ihre Alltagsvorstellungen mit den neuen wissenschaftlichen Vorstellungen in Einklang zu bringen (ebd., S. 160). Dies funktioniert jedoch nur, wenn die Lernenden das neu erworbene fachwissenschaftliche Wissen mit den Alltagstheorien verknüpfen können, sonst bleiben die fachwissenschaftlichen und alltäglichen Vorstellungen in verschiedenen kognitiven Bereichen

bestehen (Barke, 2006, S. 24). Die Genese von Lernendenvorstellungen geht weiterhin mit sach-, lehr- und innenbedingten Lernschwierigkeiten einher (Wiesner et al. 2013, S. 35). Sachbedingte Lernschwierigkeiten implizieren dabei die komplexen und abstrakten theoretischen Inhalte (ebd., S. 35). Eine unangemessene fachliche Darstellung von Inhalten sowie eine mangelnde fachdidaktisch vorbereitete Unterrichtskonzeption seitens der Lehrperson sind unter lehrbedingten Schwierigkeiten zu deklarieren (ebd., S. 36). Innenbedingte Schwierigkeiten charakterisieren die problemhafte Aufnahme und Verarbeitung von neuen Informationen seitens der Lernenden (ebd., S. 36). Schuler (2010, S. 162) und Jung (1986, S. 5) weisen außerdem auf die bedeutende Rolle der Sprache hin. Zum einen enthält laut Jung (1986, S. 5) unsere Alltagssprache bereits Vorstellungen, die dem heutigen Weltbild nicht mehr entsprechen, zum anderen werden Begriffsnamen in der Alltagssprache gleiche oder komplett andere Bedeutungen zugesprochen, was die Entwicklung von Lernendenvorstellungen nachhaltig beeinflusst.

Das Entstehen von Lernendenvorstellungen kann, wie aufgezeigt, vielseitige Ursachen haben, zumal sich Alltagsvorstellungen fest im Gedächtnis verankern, da sie über Jahre hinweg automatisiert werden. Insbesondere der Technikunterricht mit seinen vielseitigen Facetten und komplexen inhaltlichen Aspekten scheint prädestiniert für das Vorfinden von solchen Lernendenvorstellungen zu sein, die mit den fachwissenschaftlichen Aspekten häufig wenig bis gar nicht in Einklang gebracht werden können.

Lernendenvorstellungen in unterrichtspraktischen Handlungssequenzen

Lernendenvorstellungen spielen insbesondere bei der Planung von Technikunterricht eine entscheidende Rolle. Nach Annahmen von Wiesner et al. (2013, S. 34) bringen Lernende ein gewisses Inventar an Vorstellungen und Denkweisen zu Strukturen, Prozessen, Funktionen, Gesetzmäßigkeiten und Mensch-Umweltbeziehungen mit. Diese Vorstellungen widersprechen jedoch häufig wissenschaftlichen Aussagsystemen (Nepper & Gschwendtner, 2019, S. 77). Sie erscheinen aus Sicht der Lehrenden oftmals in sich widersprüchlich, besitzen aber eine gewisse innere Logik, sodass sie für den Lernenden als plausibel gelten (Wiesner et al., 2013, S. 34). Somit erweisen sie sich im alltäglichen Leben oft hilfreicher als wissenschaftliche Denkweisen (Jung, 1986, S. 3). Die Vorstellungen sind individuell geformt, lassen sich aber durchaus nach typischen Mustern beschreiben (Wiesner et al., 2013, S. 34). Lernendenvorstellungen sind teilweise stabil gegen Unterricht und müssen bei der Unterrichtsplanung berücksichtigt werden (ebd., S. 34). Duit (2008) argumentiert den Einfluss von Lernendenvorstellungen auf den Lernprozess dahingehend, dass „das Neue nur durch die Brille des bereits Bekannten“ (S. 3) gesehen wird. Die Lernenden konstruieren, gemäß der konstruktivistischen Sichtweise, ihr Wissen selbst, indem sie auf dem bereits vorhandenen Wissen aufbauen und die neuen Informationen hinsichtlich des Vorhandenen interpretieren (Reinfried, 2006, S. 38). Das hat erhebliche Auswirkungen auf das Lehren und Lernen im Schulalltag. Anhand des „Zirkels

des Verstehens des Verstehens“ (Duit, 2008, S. 3) lassen sich diese Auswirkungen präzisieren. Demnach interpretiert der Lernende das von der Lehrperson Erklärte mittels seiner Vorstellung, während die Lehrperson die Äußerungen des Lernenden mittels ihrer Vorstellung deutet, wodurch eine „endlose Kette von Missverständnissen“ (ebd., S. 3) in Gang gesetzt werden kann. Barke (2006) bezeichnet solche Vorstellungen als „hausgemachte Fehlvorstellungen“ (S. 25) – wir nennen sie Lernendenvorstellungen.

Umgang mit Lernendenvorstellungen: Conceptual Change und Didaktische Rekonstruktion

Diverse Wissenserwerbtheorien gehen davon aus, dass sich das Lernen in Form eines Konzeptwechsels vollzieht (Duit, 2002, S. 11). Die Sichtweise des Lernens als Konzeptwechsel spielt in der naturwissenschaftsdidaktischen und psychologischen Lehr- und Lernforschung eine bedeutende Rolle (Duit, 2000, S. 77). Duit (2000) erklärt den Terminus des conceptual change als „Lernen in Bereichen, in denen die vorunterrichtlichen mentalen Strukturen auf dem Weg zum Erwerb des wissenschaftlichen Wissens wesentlich umstrukturiert werden müssen“ (S. 77). Alltagsvorstellungen von Lernenden müssen entsprechend verändert werden, um ihre subjektiven Theorien den wissenschaftlichen Modellen anzunähern und sie kontinuierlich zu integrieren. Hierbei werden die Vorstellungen der Schüler*innen nicht vollständig verworfen oder gar ausgeradiert, vielmehr werden sie Schritt für Schritt an die wissenschaftliche Sichtweise herangeführt und so letztlich von deren Plausibilität überzeugt (Duit, 2008, S. 4). Dabei müssen Lerninhalte an vorhandene Wissensstrukturen und bereits bestehende Vorstellungen der Lernenden anschlussfähig sein (Lethmate, 2007, S. 54). Der verwendete deutsche Terminus des Konzeptwechsels ist dahingehend jedoch ungünstig gewählt, da er suggeriert, dass das Lernen ein Auswechseln von falschen vorunterrichtlichen Lernendenvorstellungen gegen richtige Aspekte impliziert (Kattmann et al., 1997, S. 6). Da sich aber viele Vorstellungen in Alltagskontexten bewähren, geht es beim Lernen vielmehr um deren Änderung. Aufgrund dessen wird in der Unterrichtsforschung für die Verwendung des Terminus der „Vorstellungsänderung“ plädiert (Gropengießer, 1997; zitiert nach: Kattmann et al., 1997, S.6).

Bedingungen eines Konzeptwechsels:

- Die Lernenden müssen mit ihren bereits vorhandenen Vorstellungen unzufrieden sein.
- Die neue Vorstellung muss logisch verständlich (nachvollziehbar) sein.
- Die neue Vorstellung muss plausibel (einleuchtend) sein.
- Die neue Vorstellung muss fruchtbar sein. Sie muss erfolgreich zur Beantwortung bisher ungeklärter oder neuer Fragestellungen herangezogen werden können.

Tabelle 2: Bedingungen eines Konzeptwechsels (Posner et al., 1982, S. 214).

Bedingungen des conceptual change

Für einen erfolgreichen Konzeptwechsel müssen die vier Bedingungen aus Tabelle 2 erfüllt sein.

Sind die vier Bedingungen gegeben, so lassen sich Alltagstheorien mit Hilfe der im weiteren Verlauf beschriebenen Strategien verändern. Die genannten Bedingungen haben sich in vielen Untersuchungen der benachbarten Physikdidaktik und in neuen Unterrichtsansätzen als fruchtbarer Orientierungsrahmen erwiesen (Duit, 2002, S. 11).

Strategien des conceptual change

Im Zuge des Konzeptwechsels unterscheidet man vier Strategien, welche zur Umstrukturierung von Alltagsvorstellungen herangezogen werden. Ausgangspunkt der Anknüpfungsstrategie sind Lernendenvorstellungen, die nicht oder möglichst wenig mit dem wissenschaftlichen Verständnis kollidieren (Jung, 1986, S. 6). Diese Strategie nimmt an, dass die Lernenden „neben lernhinderlichen Fehlvorstellungen auch ‘nützliche’ Vorstellungen besitzen, auf denen man im Unterricht aufbauen kann“ (Wiesner et al., 2013, S. 50). Hierbei handelt es sich um einen kontinuierlichen Lernweg, bei dem die Lernenden schrittweise mit der wissenschaftlichen Sichtweise vertraut gemacht werden (Duit, 2002, S. 13). Weiterhin zählen die Umdeutungs- sowie die Brückenstrategie in den Bereich eines kontinuierlichen Lernweges. Im Rahmen der Umdeutungsstrategie werden die vorunterrichtlichen Vorstellungen kontinuierlich in wissenschaftliche umgedeutet (ebd., S. 13). Die Strategie versucht, die Bereitschaft zu einem Konzeptwechsel zu erhöhen, indem den Lernenden vermittelt wird, dass ihre Vorstellungen sinnvolle Bedeutungen enthalten und nicht völlig falsch sind (Wiesner et al., S. 50). Die Brückenstrategie beschreibt das Einfügen von Zwischenschritten, die zu Übergangsbegriffen führen, welche wiederum sukzessive bis zum Zielbegriff weiterentwickelt werden (ebd., S. 51). Im Zuge der Konfrontationsstrategie hingegen wird die wissenschaftliche Vorstellung den Lernendenvorstellungen gegenübergestellt und verglichen, um Widersprüche zu verdeutlichen. Während dieses diskontinuierlichen Lernweges entsteht ein kognitiver Konflikt auf Seiten der Lernenden (Duit, 1993, S. 191). Dabei zielt der diskontinuierliche Konzeptwechsel auf eine plötzlich eintretende Einsicht der Lernenden ab. Um Vorstellungsänderungen während des schulischen Lernens herbeizuführen, werden die verschiedenen Konzeptwechselstrategien miteinander kombiniert und in eine kognitive Lernumgebung integriert (Reinfried, 2008, S. 11). Dies verdeutlicht die immanente Bedeutung der Berücksichtigung vorunterrichtlicher Vorstellungen und Denkmuster der Lernenden im Rahmen der Unterrichtsplanung (Duit, 2002, S. 12). Überdies müssen die ausgewählten Unterrichtsmethoden eine aktive Auseinandersetzung der Schüler*innen mit dem zu lernenden Unterrichtsstoff gewähren, damit eine eigenständige Konstruktion von Wissen angeregt werden kann (ebd., S. 13). Dabei nimmt die Lehrperson die eher passiv angelegte Rolle als Berater ein und unterstützt die Lernenden in deren Lernprozess, wie die moderat-konstruktivistische Sicht des Lernens nahelegt (Duit, 2008, S. 5).

Didaktische Rekonstruktion

Ein weiterer Ansatz im Umgang mit Lernendenvorstellungen stellt das Konzept der didaktischen Rekonstruktion (Abb. 2) dar. Die zentrale Aufgabe des Konzepts besteht darin, die fachwissenschaftlichen Theorien sowie die individuellen Vorstellungen der Lernenden systematisch aufeinander zu beziehen. Gemäß Kattmann et al. (1997, S. 4) gliedert sich das Modell in drei Teilbereiche: (1) Fachliche Klärung, (2) Erfassen von Lernendenperspektiven und (3) die didaktische Strukturierung von Unterricht. Es wird versucht, alle drei Bestandteile des „fachdidaktischen Tripletts“ (Lethmate, 2007, S. 55) eng miteinander zu verweben. Im Ablauf des Modells ist keine exakte Abfolge der drei Teilschritte vorgesehen, sie sollen sich vielmehr einander ergänzen, da sie in Wechselwirkung zueinanderstehen. Das Modell der didaktischen Rekonstruktion ist in die kons-

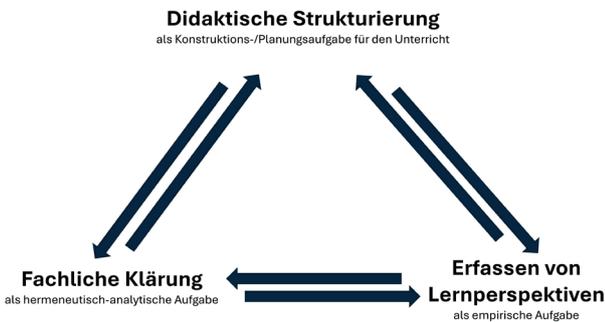


Abbildung 2: Fachdidaktisches Triplet: Beziehungsgefüge der Teilaufgaben der didaktischen Rekonstruktion (Lethmate, 2007, S. 56, verändert).

truktivistische Sichtweise eingebunden. Entsprechend steht die/der Lernende im Mittelpunkt des Lernprozesses und ihre/seine vorunterrichtlichen Vorstellungen werden dazu genutzt, einen nachhaltigen Unterricht zu planen und zu gestalten. Die Grundlage des Modells bildet die Interdependenz fachlicher und didaktischer Aspekte. Die Ergebnisse der fachlichen Klärung beeinflussen demnach nicht nur den Umgang mit den Alltagsvorstellungen der Schüler*innen, sondern die erfassten Lernendenperspektiven beeinflussen auch umgekehrt das Verständnis und die Darstellung der fachlichen Positionen (Kattmann et al., 1997, S. 5). Seifert (2016, S. 175) spricht insbesondere im Technikunterricht dem Konzept der didaktischen Rekonstruktion großes Potenzial zu. Der mehrperspektivische Technikunterricht bezieht sich auf die Lebenswelt der Schüler*innen und macht sie ausdrücklich zum Mittelpunkt aller Lehr-Lernarrangements.

Gegenwärtige Befundlage innerhalb der Naturwissenschaftsdidaktiken

In der technikdidaktischen Forschungslandschaft besteht bislang ein erheblicher Mangel an empirisch fundierten Aussagen zu typischen oder häufig anzutreffenden Lernendenvorstellungen im Bereich der Elektrotechnik, weshalb zunächst zur Darstellung des Forschungsgegenstands auf prominente Befunde anderer Naturwissenschaften zurückgegriffen werden muss. Insbesondere innerhalb der Physik-

didaktik und des Sachunterrichts der Primarstufe bestehen bereits zahlreiche empirische Befunde zu bestehenden Lernendenvorstellungen von Schüler*innen. Tabelle 3 bietet einen cursorischen Überblick über die bereits empirisch erfassten Lernendenvorstellungen hauptsächlich im deutschsprachigen Raum. Die Tabelle erhebt dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Lernendenvorstellungen	Quelle
<i>Einzufuhrvorstellung</i>	Deisler, 2003, S. 70; Haider & Haider, 2009, S. 4; Stork & Wiesner, 1981, S. 218-230; Stork & Wiesner, 2011, S.61; Wiesner, 1995, S. 50-58.
<i>Zweizuführungsvorstellung</i>	Asoko, 1996, S. 36-49; Deisler, 2003, S. 71f; Starauschek & Murmann, 2016, S. 7; Stork & Wiesner, 1981, S.218-230; Stork & Wiesner, 2011, S. 63; Wiesner, 1995, S. 50-58.
<i>Stromverbrauchsvorstellung</i>	Deisler, 2003, S. 73f.; Kirchner & Werner, 1994, S. 144-151; Löffler, 1985, S.239-241; Stork & Wiesner, 2011, S. 61; Wiesner et al., 2011, S. 167ff, Wiesner, 1995, S. 50-58; Wiesner et al., 2013, S. 43.
<i>Batterie als Stromspeicher</i>	Deisler, 2003, S. 73, Stork & Wiesner, 1981, S. 218-230; Stork & Wiesner, 2011, S. 61; Wiesner, 1995, S. 50-58; Wiesner et al., 2013, S. 42.
<i>Keine Differenzierung zwischen elektrischer Stromstärke und Spannung</i>	Rhöneck & Völker, 1984, S. 4-16; Rhöneck, 2011; S. 167ff.; Wiesner et al., 2013, S. 43.

Tabelle 3: Überblick über Lernendenvorstellungen innerhalb der Elektrotechnik.

TECHNIKDIDAKTISCHE UNTERSUCHUNG ZU LERNENDENVORSTELLUNGEN INNERHALB DER ELEKTROTECHNIK

Fragestellung der Untersuchung

Die vorliegende Arbeit möchte mittels explorativen Zugangs der Frage nachgehen, welche Lernendenvorstellungen im Technikunterricht innerhalb der Elektrotechnik bei Schüler*innen der Sekundarstufe I bestehen und inwiefern diese mit den empirischen Befunden aus dem Physikunterricht vergleichbar sind. Dabei sollen anhand authentischer Unterrichtsvignetten mit offenem Antwortformat verschiedene Vorstellungen identifiziert und vertiefend analysiert werden.

Methode

Zur Erfassung vorherrschender unterrichtlichen Lernendenvorstellungen bei Schüler*innen der Sekundarstufe I wird ein Vignettentest im Paper-Pencil-Format eingesetzt. Unter einer Vignette versteht man die Darstellung einer kurzen und authentischen Unterrichtssituation, die hinsichtlich einer konkreten Fragestellung zu beurteilen ist. Auf Grundlage der Reaktion bzw. der Beurteilung der Unterrichtssitua-

tion der Proband*innen schließt man auf deren (bspw. hier: fachwissenschaftliche) Kompetenzprofile (Rehm & Bölsterli, 2014, S. 215). Die Gestaltung von Unterrichtsvignetten kann differenziert gestaltet werden. Neben der Darstellung mittels unterschiedlicher Medien (z.B. Text, Comic, Video) kann zudem in verschiedene Antwortformate unterschieden werden. Die Bearbeitung kann einerseits mittels vorgegebener Itemtexte durch ein geschlossenes Antwortformat (u.a. Tepner & Dollny; Goreth, 2017), andererseits ohne Antwortvorgaben im offenen Antwortformat (u.a. Brovelli et al., 2013) realisiert werden. Das offene Format bietet im Wesentlichen den Vorteil, dass die Sichtweise der Proband*innen sowie deren Antwortmöglichkeiten im Vorfeld nicht eingeschränkt werden (Witner & Tepner, 2011, S. 117) und infolgedessen keinerlei Eingrenzung seitens der Bearbeitung der Vignetten bestehen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde sich aufgrund des explorativen Charakters der Untersuchung für das offene Antwortformat entschieden.

Vignette: Stromverbrauch

Die erste Vignette (Abb. 3) zeigt einen Dialog zweier Schülerinnen (Lilly und Marie), die über den Stromkreislauf in einer Reihenschaltung mit drei Glühlampen diskutieren. Dabei gibt die Antwort der Schülerin Lilly die Vorstellung wieder, dass elektrischer Strom an bzw. von der Glühlampe verbraucht wird (siehe empirische Befundlage).

Als Arbeitsauftrag erhalten die Untersuchungsteilnehmer*innen die Aufgabe, zu dieser Aussage aus der Sichtweise von Marie Stellung zu beziehen. Mit Hilfe dieser Vignette soll identifiziert werden, ob die Stromverbrauchsvorstellung bei den Lernenden des Technikunterrichts ebenfalls besteht bzw. welche Argumentationsstrukturen sie diesem fachwissenschaftlichen Konzept zugrunde legen.

Im Unterricht unterhalten sich Lilly und Marie über den Stromkreislauf in der Reihenschaltung mit drei Glühlampen.

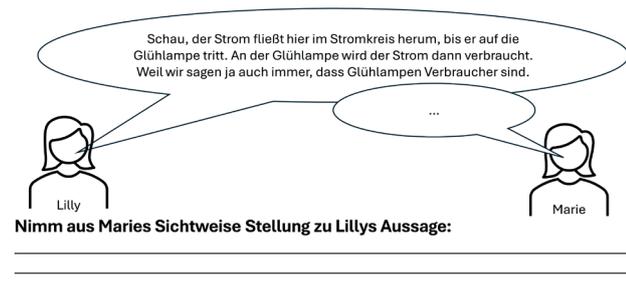


Abbildung 3: Vignette 01 „Stromverbrauch“.

Vignette: Die Batterie ist leer

Im Rahmen der zweiten Vignette (Abb. 4) ist ebenfalls ein Dialog zweier Schüler (Tom und Jonas) abgebildet. Diese unterhalten sich darüber, warum die Glühlampe in einer elektrotechnischen Schaltung nicht mehr leuchtet. Der Schüler Tom stellt die Hypothese auf, dass die Batterie leer ist. Hierunter versteht er, dass die Batterie keinen Strom mehr besitzt (siehe empirische Befundlage).

Die Untersuchungsteilnehmer*innen sollen zu der Aussage

des Schülers Tom Stellung beziehen. Im Zuge dieser Vignette soll erörtert werden, was die Schüler*innen unter dem elektrotechnischen Bauteil einer Batterie verstehen.

Im Unterricht bemerkt Tom, dass die Glühlampe in einer elektronischen Schaltung nicht mehr leuchtet.

Tom: Die Lampe leuchtet gar nicht mehr. Mmmh, mal schauen, woran das liegt. Ich glaube die Batterie ist leer.

Jonas: Was meinst du damit, die Batterie ist leer?

Tom: Na, die Batterie hat keinen Strom mehr.

Was sagst du zu Toms Erklärung?

Abbildung 4: Vignette 02 „Die Batterie ist leer“.

Sampling und Stichprobe

Die Vignetten wurden von insgesamt n = 319 Lernenden an sechs Schulen der Sekundarstufe I (Gemeinschafts-, Real- sowie Werkrealschulen) in Baden-Württemberg bearbeitet. Die Befragung fand in 19 Schulklassen statt. Von den Lernenden befinden sich 159 in der achten, dagegen 160 in der neunten Klassenstufe. Davon sind 181 Personen männlichen und 126 Personen weiblichen Geschlechts. 12 Personen machten hierzu keine Angabe. Die Lernenden sind im Mittel etwa 14 Jahre alt (M = 14,39; SD = 0,71). Die durchschnittliche Bearbeitungszeit der beiden Vignetten betrug in etwa 10 Minuten.

Auswertung

Die Auswertung erfolgt durch die qualitative, inhaltsanalytische Auswertung mittels induktiver Kategorienbildung in Anlehnung an Mayring (2015, S.69). Im Zuge dieses Verfahrens werden die Kategorien nicht vor der Sichtung des Materials erstellt, sondern direkt aus dem vorhandenen Erhebungsmaterial (hier: schriftliche Schüler*innenantworten) abgeleitet, ohne sich vorab auf verwendete Theoriekonzepte zu beziehen. Mayring (2015, S.69) bezeichnet diese Art der Kategorienbildung als zusammenfassende Inhaltsanalyse mit dem Ziel der Eingrenzung der Textelemente. Dieses Vorgehen erzeugt eine Übersichtlichkeit der erhobenen Daten, welche immer noch der Grundform des Materials entspricht (ebd., S.69-70).

Ergebnisse

In den folgenden Ausführungen werden nun die Ergebnisse zu bestehenden Lernendenvorstellungen innerhalb der einzelnen Vignetten systematisch dargestellt und vertiefend analysiert. An dieser Stelle ist hinzuzufügen, dass Mehrfachnennungen möglich waren.

Vignette 01: Stromverbrauch

Im Rahmen der inhaltsanalytischen Auswertung dieser Vignette können vier Hauptkategorien der Lernenden eruiert werden, wovon jedoch eine Kategorie als „keine Angabe“ operationalisiert wird (Tab. 4). Im Zuge der Auswertung werden lediglich Unterkategorien dargestellt, die insgesamt

mindestens drei Nennungen erzielen konnten.

Die erste Kategorie umschreibt das Vorhandensein der Stromverbrauchsvorstellung. Während ein eher geringerer Anteil der Lernenden keine Erklärung dieses angenehmen Phänomens angibt (Pb_173¹: „Ja, ich stimme Lilly vollkommen zu.“), titulierte ein Großteil der Befragten die Glühlampen als Verbraucher (Pb_03: „Glühlampen sind Verbraucher, aber nicht zu große Verbraucher.“). Dabei erfolgt zum Teil zusätzlich die Unterteilung in den gleichmäßigen Stromverbrauch (Pb_90: „Eigentlich nicht, da bei einer Reihenschaltung eine Glühlampe nicht den ganzen Strom verbraucht, sondern auch der Strom die anderen [Glühlampen] erleuchtet.“) und hierarchischen Stromverbrauch bei mehreren Glühlampen, die in Reihe geschaltet sind (Pb_08: „Lilly hat recht. Der Strom fließt bis zur ersten Glühlampe und wird verbraucht. Danach fließt der Strom zu der nächsten Glühlampe und da wird auch Strom verbraucht, aber die Glühlampe leuchtet nicht so hell wie die Erste. Der Strom fließt zur dritten Glühlampe und die dritte Glühlampe leuchtet nicht so hell wie die ersten beiden.“).

Kategorie zwei umfasst die Vorstellung, dass der Strom nicht von der Glühlampe verbraucht wird. Hierzu kann ein geringer Anteil der Lernenden keine Erklärung anführen, wenige Lernenden begründen ihre Annahme jedoch mit einer konstant bleibenden Stromstärke (Pb_15: „Der Strom fließt in einem Kreis, aber in dem Kreis sind auch Glühlampen. Und nein der Strom wird nicht verbraucht, denn wenn man den Strom misst vor der Lampe und nach der Lampe ist die Stromstärke gleich.“). Einige Lernende führen auch das Konzept der Energieumwandlung an (Pb_02: „Strom kann nicht verbraucht werden. Er wird umgewandelt.“; Pb_01: „Glühlampen nehmen den Strom auf und wandeln ihn in Licht um.“). Andere Lernende benennen lediglich die Notwendigkeit des Vorhandenseins eines Stromkreislaufts (Pb_30: „Da ja die Glühlampen unsere Verbraucher sind, braucht es ja Strom und die Lampe ist im Stromkreis. Ist der Stromkreis nicht zu, leuchtet die Lampe nicht.“), währenddessen ein größerer Anteil der Lernenden aussagt, dass der Strom im Stromkreis bleibt und deshalb nicht verbraucht werden kann (Pb_38: „Der Strom wird nicht verbraucht. Er geht wieder zurück in die Batterie und geht wieder denselben Kreis.“). Zudem scheint die sogenannte „Ausleihvorstellung“ präsent zu sein, bei der die Glühlampen den Strom nur leihen (Pb_11: „Nein, sie verbrauchen ihn nicht, sondern sie nehmen den Strom in Anspruch und geben ihn gleichzeitig wieder zurück.“).

Des Weiteren herrschen diverse verschiedene spezifische Lernendenvorstellungen wie z. B. die Erklärung der Verbrauchsvorstellung durch die Energiekosten (Pb_92: „Ich glaube eigentlich, dass man mit dem Verbrauchen das Geld meint, was da verbraucht wird. Eine Reihenschaltung verbraucht eigentlich nicht so viel.“).

Betrachtet man die aufgeführten Antwortkategorien, wird ersichtlich, dass über die Hälfte der Nennungen (42,1%²) die fachwissenschaftlich falsche Stromverbrauchsvorstellung

Nr.	Kategorie	Unterkategorie	Anzahl der Nennungen
1	Stromverbrauchsvorstellung	keine Begründung/Erklärung	25
		Glühlampen sind Verbraucher	117
		Strom wird an den Glühlampen gleichmäßig verbraucht	21
		Strom wird hierarchisch verbraucht	3
2	Strom wird nicht verbraucht	Keine Begründung/Erklärung	11
		Reihenschaltung $I = \text{konstant}$	7
		Energieumwandlung	32
		Stromkreislauf	7
		Strom bleibt im Kreislauf	31
		Ausleihvorstellung	8
3	Spezifische Vorstellungen		12
4	Keine Angabe		120
Nennungen gesamt			394

Mehrfachnennungen möglich

Tabelle 4: Ergebnisse Vignette Stromverbrauch.

(Kategorie eins) implizieren. Interessanterweise wird hierbei noch zwischen dem hierarchischen und dem gleichmäßigen Stromverbrauch differenziert. Kategorie zwei lässt verschiedene Interpretationen zu. Zunächst ist zu sagen, dass das fachwissenschaftliche richtige Konzept der Energieumwandlung insgesamt selten erkannt wird. Nur insgesamt 8,1% der Nennungen lassen sich hierin einordnen. Etwas eher präsent scheint den Lernenden der Stromkreislauf im Allgemeinen zu sein (9,7%). Hier kann auch die Unterkategorie der konstanten Stromstärke hinzugefügt werden, da die Lernenden sich dieser Gesetzmäßigkeit innerhalb des einfachen Stromkreises einer Reihenschaltung bewusst sind (1,8%). Von Bedeutung ist zudem, dass einige der Befragten keine Erklärung innerhalb Kategorie eins und zwei angeben konnten und außerdem zahlreiche fehlende Angaben insgesamt (30,4%) zu verzeichnen sind. Dieser Sachverhalt macht die Schwierigkeit der Thematik deutlich. Sie scheint selbst für Lernende der achten und neunten Klassenstufe nicht trivial und zum Teil noch nicht verinnerlicht zu sein. Auch die innerhalb der Kategorie zwei verorteten Ausleihvorstellung sowie die unter Kategorie drei fallenden spezifischen Antworten machen deutlich, wie komplex und vielschichtig dieses Themengebiet für Schüler*innen zu sein scheint.

Vignette 02: Die Batterie ist leer

Im Rahmen der inhaltsanalytischen Auswertung dieser Vignette können acht Hauptkategorien der Lernenden eruiert werden, wovon jedoch eine Kategorie als „keine Angabe“ operationalisiert wird (Tab. 5). Im Zuge der Auswertung werden lediglich Unterkategorien dargestellt, die insgesamt

1 Die Zahl entspricht der Nummerierung der Proband(inn)en.

2 Prozentualer Anteil der Gesamtzahl der Nennungen

mindestens vier Nennungen erzielen konnten.

Das Nichtfunktionieren der Glühlampe wird häufig durch alternative Vorschläge, wie bspw. ein bauteilbedingter Fehler an der Glühlampe (Pb_16: „[...] Es kann aber auch sein, dass die Lampe kaputt ist.“), an der Batterie (Pb_04: „Es kann sein, dass die Batterie leer ist.“) oder an dem Stromkabel (Pb_31: „Es kann sein, dass ein Kabel kaputt ist oder etwas anderes. [...]“) erklärt. Zudem bietet ein nicht funktionierender Stromkreis zusätzliche Erklärungsmöglichkeiten für die Lernenden. Hierbei werden Aspekte wie bspw., dass der Stecker nicht in der Steckdose (Pb_08: „Es kann auch daran liegen, dass die Kabel nicht eingesteckt wurden.“), das Stromkabel falsch verbunden (Pb_106: „Es kann sein, dass seine elektronische Schaltung falsch aufgebaut wurde.“) oder auch der Stromkreis nicht geschlossen ist (Pb_125: „Irgendwo in dem Stromkreis ist was unterbrochen.“), angeführt. Bei diesen ersten beiden Kategorien wird jedoch nicht auf die Äußerung Toms eingegangen, im Gegensatz zur Kategorie drei. Innerhalb dieser bestätigt ein großer Anteil der Lernenden die in der Vignette dargestellte Äußerung des Schülers Tom, dass die Batterie leer an Strom ist (Pb_143: „In der Batterie ist Strom, doch der ist verbraucht.“). Einige Lernende benennen jedoch auch das fachwissenschaftlich richtige Konzept, dass die Batterie leer an Energie ist (Pb_145: „Die Batterie hat kein Strom, sondern Energie. Wenn die Energie leer geht, kann auch kein Strom weitergeleitet werden.“). Weiterhin besteht die Auffassung, dass Glühlampen nicht an eine Batterie angeschlossen sein können (Pb_163: „Die Batterie kann nicht leer sein, weil die Lampe keine Batterien hat. [...]“). Laut Aussage vieler Lernende können Glühlampen ausschließlich am Stromnetz eines Gebäudes angeschlossen sein. Zudem wird die Erklärung aufgeführt, dass die Batterie deshalb leer sei, weil sie keine Ladung (keine Elektronen) mehr besitzt (Pb_163: „Wenn die Batterie leer ist, sind die Elektronen verbraucht worden. [...]“). Des Weiteren wurden diverse spezifische Vorstellungen geäußert, wie bspw. der Vergleich mit Akkumulatoren (Pb_38: „Die Batterie ist auch nur ein aufgeladener Akku, der irgendwann auch mal leer ist“). Eine nicht zu vernachlässigende Anzahl an Lernenden macht zu dieser Vignette keine Angabe.

Betrachtet man die oben aufgeführten Antwortkategorien, ist zunächst ersichtlich, dass innerhalb der Kategorie eins und zwei die Lernenden nicht auf die Aussage Toms, dass die Batterie leer an Strom sei, eingegangen sind. Viel eher versuchen die Lernenden, das Nichtfunktionieren der Glühlampe durch bauteilbedingte Fehler (29,4%) bzw. durch einen nicht intakten Stromkreis zu erklären (6,7%). Dieser Sachverhalt könnte im Sinne einer Fehlersuche auch das Vorgehen im Alltag beschreiben. Funktioniert ein elektrisches Gerät nicht, werden zunächst alle möglichen Parameter untersucht, welche ursächlich dafür sein könnten. Kategorien drei bis sieben gehen auf den Sachverhalt der leeren Batterie ein. Dabei wird deutlich, dass der Großteil der Lernenden (24,8%) die Batterie als Stromspeicher anerkennt, da sie der Aussage von Tom zustimmen und damit betiteln, die Batterie sei leer an Strom. Nur 9,9% der Nennungen sind dem fachwissenschaftlich richtigen Konzept zuzuordnen, dass die Batterie leer an Energie sei (Kategorie vier). Die fünfte

Nr.	Kategorie	Unterkategorie	Anzahl der Nennungen
1	<i>Bauteilbedingter Fehler</i>	Glühlampe	114
		Batterie	5
		Stromkabel	9
2	<i>Stromkreis funktioniert nicht</i>	Stecker nicht in Steckdose	5
		Kabel falsch verbunden	6
		Stromkreis nicht geschlossen	18
3	<i>Batterie ist leer an Strom</i>		108
4	<i>Batterie ist leer an Energie</i>		43
5	<i>Glühlampe braucht keine Batterie</i>		29
6	<i>Batterie ist leer, da keine Elektronen (Ladung) mehr</i>		13
7	<i>Spezifische Vorstellung</i>	Batterie arbeitet wie Akku	9
		Batterie arbeitet nicht wie Akku	8
		Batterie produziert keinen Strom	4
8	<i>Keine Angabe</i>		65
Nennungen gesamt			436

Mehrfachnennungen möglich

Tabelle 5: Ergebnisse Vignette Stromverbrauch.

Kategorie zeigt, dass 6,7% der Nennungen die Ansicht verfolgen, dass Glühlampen nicht mit Batterien, sondern lediglich durch den Anschluss ans Stromnetz betrieben werden können. Höchstwahrscheinlich konnten sie im Alltag noch keine Erfahrung machen, z.B. durch ein experimentelles Design im Technikunterricht, dass auch Glühlampen an eine Batterie angeschlossen und damit leuchten können. Kategorie sechs (3,0%) zeigt die Auffassung fehlender Ladungsträger innerhalb der Batterie. Allerdings wurden die Antworten der Lernenden zumeist nur knapp formuliert, so dass sich eine weiterführende Interpretation, inwiefern das fachwissenschaftlich richtige Konzept erkannt wurde, nicht geleistet werden kann. Auch herrschen diverse verschiedene Vorstellungen (4,8%) zur Funktionsweise einer Batterie, so dass auch dieses thematische Feld nicht als trivial anerkannt werden muss. Die hohe Anzahl fehlender Werte (14,9%) bestätigt auch hier die Komplexität dieses Themengebietes.

FAZIT UND AUSBLICK

Nach Darstellung erster technikspezifischer Ergebnisse, lässt sich festhalten, dass viele Vorstellungen der Lernenden im Bereich der Elektrotechnik zwangsläufig mit der fachwissenschaftlichen Sichtweise nicht übereinstimmen, sich für die Lernenden jedoch als plausibel erweisen. Diese Befunde lassen sich in die bereits publizierten Beiträge der innerhalb der Physikdidaktik einordnen.

Wie bereits erwähnt, stellen die Ergebnisse lediglich Ausschnitte der empirischen Arbeiten dar und sind in ihrem Umfang beschränkt, lassen jedoch wertvolle Vermutungen über bestehende Lernendenvorstellungen im Bereich der Elektrotechnik zu. Hieran gilt es gerade im Fachbereich Technik weiter anzuknüpfen und verschiedene subjektive Vorstellungen zu erkunden, um entsprechend die Unterrichtskonzeption darauf aufzubauen bzw. eine entsprechende Konzeptwechselstrategie auszuwählen. Nur durch die Beachtung der bereits vorhanden Wissensstrukturen ist ein nachhaltiger und erfolgreicher Technikunterricht möglich, denn Lernendenvorstellungen gelten nicht nur als Lernhindernis, sondern sie charakterisieren wertvolle Anknüpfungspunkte im Erweiterungsprozess des Wissens (Duit, 2002, S. 24). Entsprechend gelten Lernendenvorstellungen auch als „Schlüssel zum Lernen“ (Sumfleth, 2004; zitiert nach: Lethmate, 2007, S. 54) und dürfen in der Unterrichtspraxis keinesfalls igno-

riert werden. Infolgedessen ist deren Beachtung für einen erfolgreichen Technikunterricht mit seinen vielseitigen und komplexen Facetten und thematischen Aspekten von hoher Relevanz.

Forschungsmethodisch ist im Zuge der Lernendenvorstellungsforschung insbesondere darauf zu achten, dass der Zugang nicht in einer klassischen Wissensabfrage resultiert. Vielmehr steht die Erklärung der interessierenden Phänomene im Vordergrund des Forschungsinteresses. Perspektivisch wären hierbei sicherlich auch Interviewstudien denkbar, um spezifisch bei den Lernenden nachfragen zu können und Ergebnisse noch tiefgreifender analysieren zu können. Auch wäre in einer Folgestudie zu untersuchen, ob sich alltagsnähere Vignetten als günstiger erweisen, da die hier gezeigten Vignetten stark an schulische Kontexte geknüpft sind und daher ggf. einen eher geringeren Aufforderungscharakter seitens der Lernenden besitzen.

Um nun in der Schulpraxis pragmatisch mit technischen Vorstellungen von Lernenden umgehen zu können, sei auf das Sechs-Phasen-Modell von Nepper & Windelband (2022) verwiesen, welches mögliche Reaktionsmodi auf Lernendenvorstellungen linear-hierarchisch in (1) Diagnose, (2) Konfrontation, (3) Elaboration, (4) Veränderung, (5) Anwendung und (6) Reflexion gliedert (Abb. 5).

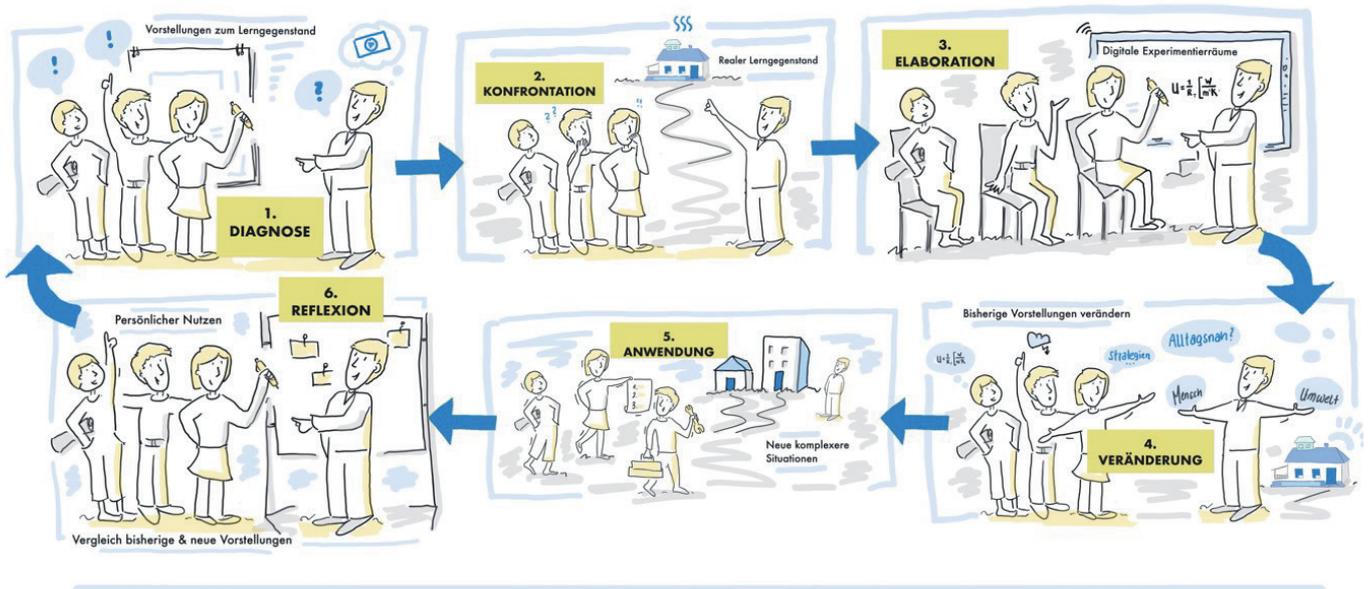


Abbildung 5: Umgang mit Lernendenvorstellungen im technikbezogenen Unterricht (Nepper & Windelband, 2022, S. 201).

Literatur

- Asoko, H. (1996). Developing scientific concepts in the primary classroom: Teaching about electric circuits. In G. Welford, J. Osborne & P. Scott: Research in science education in Europe. London: The Falmer Press 1996, S.36-49.
- Ausubel, D. P. (1968). Educational psychology: A cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Barke, H.-D. (2006). Chemiedidaktik: Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Duit, R. (1993). Schülervorstellungen und neue Unterrichtsansätze. In Deutsche Physikalische Gesellschaft e.V./ Fachverband der Physik (Hrsg.) (1993): Didaktik der Physik. Vorträge. Physiktagung 1993 Esslingen. Bad Honnef: DGP, S. 183-194.

- Duit, R. (1995). Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung. In *Zeitschrift für Pädagogik*, 41 (6), S. 905-923.
- Duit, R. (2000). Konzeptwechsel und Lernen in den Naturwissenschaften in einem mehrperspektivischen Ansatz. In R. Duit & C. von Rhöneck (2000). *Ergebnisse und psychologischer Lehr-Lern-Forschung. Beiträge zu einem Workshop an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg*. Kiel: IPN, S. 77-103.
- Duit, R. (2002). Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In E. Kirchner & W. Schneider (2002): *Physikdidaktik in der Praxis*. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 1-26.
- Duit, R. (2008). Zur Rolle von Schülervorstellungen im Unterricht. In *geographie heute*, 29 (265), S. 2-6.
- Gerrig, R. J. (2015). *Psychologie* (20. Aufl., Nachfolger von Zimbardo & Gerrig, Kap.6: Lernen und Verhaltensanalyse). München: Pearson, S.199-235.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. In *Zeitschrift für Pädagogik*, 41 (6), S. 867-889.
- Goreth, S. (2017). Erfassung und Modellierung professioneller Unterrichtswahrnehmung angehender Lehrkräfte im technikbezogenen Unterricht. In B. Geißel & T. Gschwendtner: *Beiträge zu Technikdidaktik, Band 4*. Berlin: Logos.
- Haider, M. & Haider, T. (2009). Der Stromkreis im Unterricht. Fachwissen und Fehlvorstellungen der Kinder. In *Praxis Grundschule*, 32(4), S. 4-6.
- Jung, W. (1986). Alltagsvorstellungen und das Lernen von Physik und Chemie. In *Naturwissenschaften im Unterricht Physik/Chemie* 34 (13), S. 2-6.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. In *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3 (3), S. 3-18.
- Kirchner, E. & Werner, H. (1994). Anthropomorphe Modelle im Sachunterricht der Grundschule am Beispiel „Elektrischer Stromkreis“. In *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe* 22, S.144-151.
- Lethmate, J. (2007). „Didaktische Rekonstruktion“ als Forschungsrahmen der Geographiedidaktik. In *Geographische Rundschau*, 59 (7/8), S. 54-59.
- Löffler, G. (1985). Schüleräußerungen und Fachaspekte im Sachunterricht. In *Didaktik der Physik und Chemie, Tagung 1984*, S. 239-241.
- Mandl, H. (2006). Wissensaufbau aktiv gestalten. Lernen aus Konstruktivistischer Sicht. In C. von Aufschnaiter (2006) (Hrsg.). *Schüler 2006 – Lernen. Wie sich Kinder und Jugendliche Wissen und Fähigkeiten aneignen*. Seelze: Friedrich, S. 28-30.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (12. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (2016). *Gemeinsamer Bildungsplan für die Sekundarstufe I. Bildungsplan 2016. Technik – Wahlpflichtfach*. Stuttgart.
- Möller, K. (2012). Konstruktion vs. Instruktion oder Konstruktion durch Instruktion? Konstruktionsfördernde Unterstützungsmaßnahmen im Sachunterricht. In H. Giest, E. Heran-Dörr & C. Archie (Hrsg.) (2012). *Lernen und Lehren im Sachunterricht. Zum Verhältnis von Konstruktion und Instruktion*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 37-50.
- Müller, R.; Wodzinski, R. & Hopf, M. (2011). *Schülervorstellungen in der Physik. Festschrift für Hartmut Wiesner. 3. unveränderte Auflage*. Hallbergmoos: Aulis
- Nepper, H. H. & Windelband, L. (2022). Mögliche Reaktionsmodi zu Schüler*innenvorstellungen im technikbezogenen Unterricht. In E. Eichelberger, V. Huber Nivergelt & A. Käser (Hrsg.), *Forschendes lernen und lehren im TTG* (S. 195-206). Bern: hep.
- Posner, G. J., Strike, K.A., Hewson, P.W. & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. In *Science Education* 66, S. 211-227.
- Rehm, M. & Bölsterli, K. (2014). Entwicklung von Unterrichtsvignetten. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (213-225). Berlin: Springer.
- Reinfried, S. (2006). Alltagsvorstellungen – und wie man sie verändern kann. In *Geographie und Schule* 27 (243), S. 38-43.
- Reinfried, S. (2008). Schülervorstellungen und Lernen von Geographie. In *geographie heute* 30 (265), S. 8-13.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (2001). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.) (2001). *Pädagogische Psychologie - ein Lehrbuch*. 4. vollständige überarbeitete Auflage. Weinheim: Beltz, S. 601-646.
- Renkl, A. (1996). Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau*, 47 (2), S. 78-92.
- Renkl, A. (2004). Fürs Leben lernen. Träges Wissen aus pädagogisch-psychologischer Sicht. *Schulmagazin 5-10*, 72 (4), S. 5-8.
- Rhöneck, C. v. & Völker, B. (1984). Vorstellungen vom Stromkreis und ihr Einfluß auf den Lernprozeß. *Der Physikunterricht* (1984), H.2, S.4-16.

- Rhöneck, C. v. (2011). Vorstellungen vom elektrischen Stromkreis. In R. Müller, R. Wodzinski & M. Hopf (Hrsg.) (2011). Schülervorstellungen in der Physik. Festschrift für Hartmut Wiesner. 3. unveränderte Auflage. Hallbergmoos: Aulis, S. 167-171.
- Riemeier, T. (2007). Moderater Konstruktivismus. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.) (2007). Theorien in der biologiedidaktischen Forschung - Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 69-79.
- Schray, H. & Gschwendtner, T. (2018). Kumulatives Lernen physikalischer Grundkonzepte in der Techniklehrerbildung. Verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/322398927_Kumulatives_Lernen_physikalischer_Grundkonzepte_in_der_Techniklehrerbildung. (Letzter Zugriff am 25.03.2019)
- Schuler, S. (2010). Wie entstehen Schülervorstellungen? – Erklärungsansätze und didaktische Konsequenzen am Beispiel des globalen Klimawandels. In S. Reinfried (Hrsg.) (2010). Schülervorstellungen und geographisches Lernen. Aktuelle Conceptual-Change-Forschung und Stand der theoretischen Diskussion. Berlin: Logos, S. 157-188.
- Seifert, H. (2016). Technik verstehen durch didaktische Rekonstruktion. In B. Geißel & T. Gschwendtner (Hrsg.) (2016). Aktuelle Forschungsarbeiten und unterrichtspraktische Beispiele. (Beiträge zur Technikdidaktik; Band 1). Berlin: Logos, S. 173-184.
- Staraschek, E. & Murmann, L. (2016). „Der Strom kommt von der Batterie“- Kindervorstellungen zum einfachen elektrischen Stromkreis. In Grundschule Sachunterricht, 69, S. 7.
- Steiner, G. (2001). Lernen und Wissenserwerb. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.) (2001). Pädagogische Psychologie - ein Lehrbuch. 4. vollständige überarbeitete Auflage. Weinheim: Beltz, S.137-206.
- Stork, E. & Wiesner, H. (1981). Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre und Sachunterricht. In Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe 9 (1981), S.218-230.
- Stork, E. & Wiesner, H. (2011). Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre und Sachunterricht. In R. Müller, R. Wodzinski & M. Hopf (Hrsg.) (2011). Schülervorstellungen in der Physik. Festschrift für Hartmut Wiesner. 3. unveränderte Auflage. Hallbergmoos: Aulis, S. 53-65.
- Tepner, O. & Dollny, S. (2014). Entwicklung eines Testverfahrens zur Analyse fachdidaktischen Wissens. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung (S. 311–323). Berlin: Springer.
- Vankan, L., Rohwer, G. & Schuler, S. (2007). Diercke Methoden 1. Denken lernen mit Geographie. Braunschweig: Westermann, S.158-170.
- Wiesner, Hartmut (1995). Untersuchungen zu Lernschwierigkeiten von Grundschulern in der Elektrizitätslehre. In Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe 23 (2), S. 50 – 58.
- Wiesner, H. (2011). Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten im Bereich der Optik. In R. Müller, R. Wodzinski & M. Hopf (Hrsg.) (2011). Schülervorstellungen in der Physik. Festschrift für Hartmut Wiesner. 3. unveränderte Auflage. Hallbergmoos: Aulis, S. 155-159.
- Wiesner, H & Stengel, D. (2011). Vorstellungen von Schülern der Primarstufe zu Temperatur und Wärme. In R. Müller, R. Wodzinski & M. Hopf (Hrsg.) (2011). Schülervorstellungen in der Physik. Festschrift für Hartmut Wiesner. 3. unveränderte Auflage. Hallbergmoos: Aulis, S. 83-90.
- Wiesner, H., Schecker, H. & Hopf, M. (2013). Physikdidaktik kompakt. Hallbergmoos: Aulis.
- Witner, S. & Tepner, O. (2011). Entwicklung geschlossener Testaufgaben zur Erhebung des fachdidaktischen Wissens von Chemielehrkräften. *Chimica et ceterae artes rerum naturae didacticae*, 37 (104), 113–137.
- Wodzinski, R. (2011). Lernschwierigkeiten in der Mechanik. In R. Müller, R. Wodzinski & M. Hopf (Hrsg.) (2011). Schülervorstellungen in der Physik. Festschrift für Hartmut Wiesner. 3. unveränderte Auflage. Hallbergmoos: Aulis, S. 107-113.

AUTORINNENINFORMATION

Dr. Friederike Wolf ist Lehrende für Technik und ihre Didaktik an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd. Neben der Erfassung fachdidaktischer Kompetenzfacetten angehender Lehrpersonen widmet sie sich intensiv den Vorstellungen von Lernenden im Technikunterricht.



AUTORENINFORMATION

Prof. Dr. Hannes Helmut Nepper ist Professor für Technik und ihre Didaktik an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd. Einer seiner Forschungsschwerpunkte ist die Erfassung und der Umgang mit Vorstellungen von Lernenden im Technikunterricht.



tedu

2|2024