

Dölle, Swantje

## **Lernunterstützung im technischen Sachunterricht. Eine perspektivenspezifische Herausforderung**

Schmeinc, Daniela [Hrsg.]; Michalik, Kerstin [Hrsg.]; Goll, Thomas [Hrsg.]: Herausforderungen und Zukunftsperspektiven für den Sachunterricht. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2023, S. 188-195.  
- (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts; 33)



Quellenangabe/ Reference:

Dölle, Swantje: Lernunterstützung im technischen Sachunterricht. Eine perspektivenspezifische Herausforderung - In: Schmeinc, Daniela [Hrsg.]; Michalik, Kerstin [Hrsg.]; Goll, Thomas [Hrsg.]: Herausforderungen und Zukunftsperspektiven für den Sachunterricht. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2023, S. 188-195 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-266107 - DOI: 10.25656/01:26610; 10.35468/5998-19

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-266107>

<https://doi.org/10.25656/01:26610>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

### **Nutzungsbedingungen**

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. der Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden. Die neu entstandenen Werke bzw. Inhalte dürfen nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergegeben werden, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch oder vergleichbar sind.

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-nc-sa/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public and alter, transform or change this work as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work. If you alter, transform, or change this work in any way, you may distribute the resulting work only under this or a comparable license.

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](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der:

  
Leibniz-Gemeinschaft

*Swantje Dölle*

## **Lernunterstützung im technischen Sachunterricht: Eine perspektivenspezifische Herausforderung**

The qualitative impact study “LERNnetze III” explored how different degrees of learning support in technical learning affect the learning outcomes and the learning experience of primary school children. The results show a clear advantage of intensive learning support in terms of the learning outcomes. Regarding the learning experience, however, gender-specific differences can be identified in the intensive learning support. These differences relate to the assessment of competence and cognitive load, but also to the assessment of motivation and interest.

### **1 Fachdidaktische Hintergründe**

Neben der Ausbildung einer technisch-praktischen Handlungsfähigkeit und der Erschließung technischer Funktions- und Handlungszusammenhänge gehört es zu den grundlegenden Anliegen technischer Bildung, Ängste und Inkompetenzgefühle im Umgang mit Technik abzubauen, das technikbezogene Selbstkonzept zu stärken und Technikinteresse zu fördern (GDSU 2013; Möller 2020; Mammes et al. 2022).

Technische Wirk- und Bedingungsbeziehungen sind allerdings zumeist komplex und nicht unmittelbar durchschaubar. Im Rahmen der Unterrichtsplanung muss daher antizipiert werden, wie technische Lehrinhalte zugänglich gemacht und technikbezogene Lernprozesse angeregt und unterstützt werden können. Die Befunde der empirischen Unterrichtsforschung belegen in diesem Zusammenhang die Bedeutung der kognitiven Aktivierung und der inhaltlichen Strukturierung (Lipowsky 2009; Kunter & Voss 2011). Für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht konnte der Einfluss von Strukturierungsmaßnahmen auf den Lernerfolg bereits nachgewiesen werden (Möller et al. 2002). Es zeigte sich allerdings auch, dass vor allem Lernende mit ungünstigen Voraussetzungen von strukturierenden Maßnahmen der Lernunterstützung profitieren, während leistungsstärkere Schüler\*innen weniger auf Strukturierungen angewiesen zu sein scheinen (Blumberg et al. 2004). Im Bereich des technischen Lernens kommt diesem Aspekt eine besondere Bedeutung zu, da hier sozialisationsbedingt von äußerst heterogenen inhaltsspezifischen sowie motivationalen Lernvoraussetzungen

auszugehen ist und sich zudem geschlechtsspezifische Unterschiede in der Einschätzung des technikbezogenen Selbstkonzepts zeigen (Mammes 2001; Zieffe & Jakobs 2009; Adenstedt 2021). Im Sinne des Adaptive Teaching bleibt folglich zu hinterfragen, welches Maß an Lernunterstützung sich individuell als lernwirksam erweist. Diese perspektivenspezifischen Herausforderungen werden im Entwicklungsforschungsprojekt „LERNnetze“ aufgegriffen. Im Mittelpunkt steht dabei ein Lernarrangement zur Funktionsweise von Zahnrad- und Zugmittelgetrieben am Beispiel von Kurbelkarussellmodellen.

## 2 Lernunterstützung durch LERNnetze

LERNnetze bezeichnen spezielle Lernarrangements, die theoriebasiert in der unterrichtlichen Praxis für den technischen Sachunterricht entwickelt wurden (Dölle 2021). In einem LERNnetz werden aktivierende und strukturierende Maßnahmen der Lernunterstützung lerngegenstandsspezifisch konkretisiert und implementiert (vgl. Adamina et al. 2017). Für das im Kontext des Forschungsprojektes entwickelte LERNnetz zum Kurbelkarussell wurden durch additive Stufung der Lernunterstützungsmaßnahmen drei unterschiedliche Grade der Lernunterstützung generiert.

Die *implizite Lernunterstützung* ergibt sich aus der Struktur des LERNnetzes, ohne dass die Lehrkraft in besonderer Weise agiert (s. Tab.1).

Beim LERNnetz mit *moderat expliziter Lernunterstützung* werden zusätzlich zwei weitere Aktivierungsmaßnahmen (Austausch über Vorstellungen und Konzepte anregen/Vorstellungen aufbauen und weiterentwickeln) sowie eine Strukturierungsmaßnahme (Hervorheben) genutzt. Die Lehrkraft agiert hier in der Reflexionsphase expliziter, aber in moderater Weise.

Im LERNnetz mit *intensiv expliziter Lernunterstützung* werden zwei weitere Aktivierungsmaßnahmen (Über Lerninhalte nachdenken/Problematisieren) sowie zwei Strukturierungsmaßnahmen (Zusammenfassen/Modellieren) integriert. Die Lehrkraft agiert in der Reflexionsphase verstärkt explizit: Sie fasst zusammen, modelliert und problematisiert.

Den Prinzipien der fachdidaktischen Entwicklungsforschung folgend (vgl. Prediger et al. 2012) wurden die jeweiligen Unterstützungsmaßnahmen in der Teilstudie LERNnetze I zunächst im Hinblick auf die tatsächliche Nutzung durch die Lernenden überprüft und in insgesamt vier iterativen Erhebungszyklen weiterentwickelt (Dölle 2021). Die Analyse der jeweils initiierten Lernprozesse erfolgte in der hier berichteten dritten Teilstudie.

**Tab. 1:** Implizite Lernunterstützung: Maßnahmen und Konkretisierung

Kognitiv anregende (KA) und inhaltlich strukturierende (IS) Maßnahmen der Lernunterstützung (Adamina u. a. 2017)	Lerngegenstandsspezifische Konkretisierung im LERNnetz zum Kurbelkarussell (Dölle 2021)
Herausfordernde Aufgaben stellen (KA)	Kurbelkarussell als Blackbox Funktionszusammenhänge bleiben verborgen
Vorhandene Vorstellungen erschließen (KA)	Anfertigung einer Sachzeichnung zur Funktionsweise des Kurbelkarussells
Anwendung von Konzepten ermöglichen (KA)	Transferorientierte und vernetzte Aufgabenstellungen: Blackbox, Fertigungsaufgaben zum Riemen- und Zahnradgetriebe, Montage der Mini-Karussells
Zielklarheit (IS)	Fokussierung der Forscherfragen: 1. Wieso dreht sich das Karussell, wenn man an der Kurbel dreht? 2. Wie kann die Geschwindigkeit verändert werden? 3. Wie kann die Drehrichtung verändert werden?
Sequenzierung (IS)	Transferorientierte und vernetzende Strukturierung der Lerninhalte: 1. Problemzentrierter Einstieg (Blackbox) > 2. Sammlung von Vermutungen und Erklärungen > 3. Aufgaben zum Riemengetriebe > 4. Aufgaben zum Zahnradgetriebe > 5. Reflexion und Transfer I (Blackbox) > 6. Transfer II
Veranschaulichen (IS)	Fertigungs- und Montageaufgaben mit Riemenscheiben und Zahnrädern, Bausatz zum Mini-Karussell
Auf sprachliche Klarheit achten (IS)	Vorgabe von Antwortmöglichkeiten zur Verbalisierung der Drehrichtungs- und Übersetzungsverhältnisse

3 Ergebnis- und prozessorientierte Wirkanalyse

In der Teilstudie LERNnetze III wurde untersucht, wie sich die unterschiedlichen Grade der Lernunterstützung auf die Lernergebnisse und das Lernerleben von Schüler\*innen aus dritten Grundschulklassen auswirken. Neben der Ermittlung und Konkretisierung der allgemeinen treatmentspezifischen Unterschiede galt das besondere Forschungsinteresse der Analyse möglicher geschlechts- und lernvoraussetzungsspezifischer Auffälligkeiten.

3.1 Studiendesign und Methoden

Die Erhebung wurde mit 80 Schüler\*innen der Jahrgangsstufe 3 (Alter: 8,7 Jahre) in einem Pre-/Post-/Follow-Up-Kontrollgruppendesign durchgeführt. Die Treatmentgruppen durchliefen die Unterrichtssequenzen zu den LERNnetzen mit impliziter (n=24), moderater (n=24) und intensiver (n=24) Lernunterstützung

in einem Block von durchschnittlich vier Unterrichtsstunden. Die Einhaltung der Treatmentbedingungen wurde durch standardisierte Beobachtung kontrolliert. Die Kontrollgruppe (n=8) erhielt keine Intervention.

Die Einschätzung der sachunterrichtsspezifischen Lernvoraussetzungen erfolgte durch die jeweiligen Fachlehrer\*innen anhand eines Fragebogens.

Zur Erfassung des inhaltspezifischen Wissens zum Getriebe (Weiterleitung der Bewegung, Drehzahl- und Drehrichtungsänderung) wurden problemzentrierte Einzelinterviews durchgeführt (vgl. Witzel 2000). Die Erhebung erfolgte jeweils vor der Intervention (Pretest), zwei Tage nach der Intervention (Posttest) sowie nach sechs Wochen (Follow-Up). Ihre Vorstellungen zur Umsetzung der Getriebefunktionen dokumentierten die Schüler\*innen durch Sachzeichnungen (vgl. Zolg & Dölle 2021), welche mittels evaluativer qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet wurden (vgl. Kuckartz 2018).

Das Lernerleben schätzten die Lernenden unmittelbar nach der Intervention anhand eines von Berger und Hänze (2004) entwickelten Fragebogens ein, der erweitert und an den Forschungskontext angepasst wurde. Die Auswertung erfolgte mittels typenbildender qualitativer Inhaltsanalyse (vgl. Kuckartz 2018).

### 3.2 Ergebnisse: Inhaltsspezifisches Wissen

Im Vergleich zur Kontrollgruppe lässt sich unter allen Unterstützungsbedingungen eine Zunahme des inhaltspezifischen Wissens nachweisen. Treatmentspezifische Unterschiede zeigen sich im Hinblick auf die Erfassung der Funktionsprinzipien zur Drehzahl- und Drehrichtungsänderung (s. Tab. 2).

**Tab. 2:** Erfassung der Funktionsprinzipien im Vergleich

		Funktionsprinzipien erfasst im Bereich		
		Weiterleitung % der SuS	Drehzahl % der SuS	Drehrichtung % der SuS
<b>Pretest</b>	Implizit	13	0	0
	Moderat	21	0	0
	Intensiv	25	0	0
<b>Posttest</b>	Implizit	83	42	63
	Moderat	96	38	63
	Intensiv	92	50	79
<b>Follow-Up</b>	Implizit	88	38	38
	Moderat	71	33	38
	Intensiv	92	63	75
Implizite LU (n=24); Moderate LU (n=24); Intensive LU (n=24)				

In der intensiven Unterstützungsbedingung gelingt es im Post- und insbesondere auch im Follow-Up-Test mehr Lernenden, die Funktionsprinzipien zur Drehzahl- und Drehrichtungsänderung folgerichtig darzulegen. Hier zeigen sich geschlechtsspezifische Auffälligkeiten. Bei intensiver Lernunterstützung gelingt es weit mehr Mädchen, die Funktionsprinzipien zu erfassen. Die Jungen erreichen dagegen in der impliziten und moderaten Bedingung zum Teil höhere Lernergebnisse als bei intensiver Unterstützung (s. Tab. 3). Im Vergleich der Post- und Follow-Up-Ergebnisse wird aber deutlich, dass in der intensiven Unterstützungsbedingung sowohl die Lernergebnisse der Mädchen als auch die der Jungen weniger stark abfallen. Im Bereich Drehzahl zeigt sich sogar eine Verbesserung der Resultate.

**Tab. 3:** Erfassung der Funktionsprinzipien – Mädchen und Jungen

		Funktionsprinzipien erfasst im Bereich			
		Drehzahl		Drehrichtung	
		% der Mädchen	% der Jungen	% der Mädchen	% der Jungen
Posttest	Implizit	25	58	50	75
	Moderat	31	45	46	82
	Intensiv	69	27	77	82
Follow-Up	Implizit	25	50	25	50
	Moderat	31	36	31	45
	Intensiv	77	45	77	73
Implizite LU (M=12; J=12); Moderate LU (M=13; J=11); Intensive LU (M=13; J=11)					

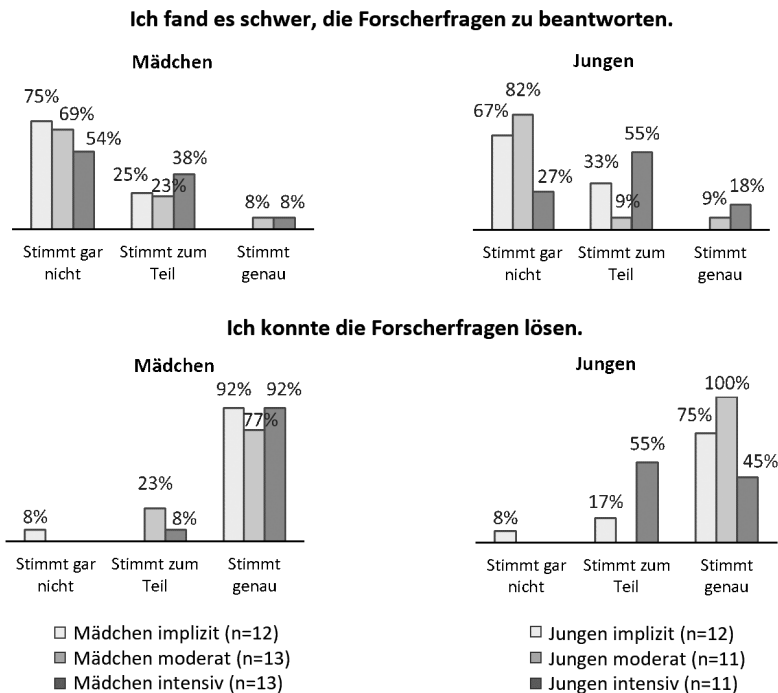
Anhand der Follow-Up-Ergebnisse werden zudem lernvoraussetzungsspezifische Auffälligkeiten ersichtlich (s. Tab. 4). In der intensiven Unterstützungsbedingung gelingt es weit mehr Lernenden mit geringen sachunterrichtsspezifischen Lernvoraussetzungen, die Funktionsprinzipien zu erfassen.

**Tab. 4:** Erfassung der Funktionsprinzipien – Geringe Lernvoraussetzungen

		Funktionsprinzipien erfasst im Bereich	
		Drehzahl	Drehrichtung
		% der SuS – geringe LV SU	% der SuS – geringe LV SU
Posttest	Implizit	29	57
	Moderat	25	50
	Intensiv	38	50
Follow-Up	Implizit	14	14
	Moderat	0	13
	Intensiv	63	63
Implizite LU (n=7); Moderate LU (n=8); Intensive LU (n=8)			

### 3.3 Ergebnisse: Lernerleben

Anhand der Ergebnisse zum Lernerleben werden treatmentspezifische Unterschiede im Hinblick auf die Einschätzung der kognitiven Belastung und des Kompetenzerlebens sowie in Bezug auf die Einschätzung des Interesses und der Motivation deutlich. Lernende der intensiven Lernunterstützung schätzen ihre kognitive Belastung höher und ihr Kompetenzerleben geringer ein als Schüler\*innen in der impliziten und moderaten Unterstützungsbedingung. Beim Vergleich der Einschätzungen von Mädchen und Jungen wird deutlich, dass dies in besonderem Maße auf die Jungen zutrifft (s. Abb.1). Auch bei Schülern mit Vorkenntnissen zum Getriebe zeigen sich diese Auffälligkeiten.



**Abb. 1:** Einschätzung der kognitiven Belastung und des Kompetenzerlebens

Die Unterschiede in der Einschätzung des Interesses und der Motivation werden ebenfalls in der intensiven Unterstützungsbedingung ersichtlich. Betroffen sind hier allerdings die Mädchen. Schülerinnen der intensiven Lernunterstützung schätzen ihr Interesse und ihre Motivation insgesamt geringer ein als Schülerinnen in der impliziten und moderaten Bedingung (s. Abb. 2).

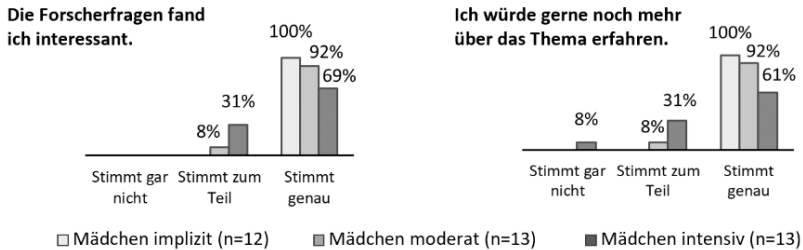


Abb. 2: Einschätzung des Interesses und der Motivation – Mädchen

## 4 Zusammenfassung und Diskussion

Die Befunde verdeutlichen die Komplexität technischer Lehr-Lernprozesse und konkretisieren die mit der Unterrichtsplanung und -durchführung verbundenen didaktischen Herausforderungen. Während sich die intensiven Lernunterstützungsmaßnahmen im Hinblick auf die Erfassung der technischen Funktionsprinzipien und einen nachhaltigen Wissensaufbau als vorteilhaft erweisen, zeigen sich in Bezug auf die Stärkung des technikbezogenen Selbstkonzepts und die Förderung des Technikinteresses einschränkende Befunde. Auffällig erscheinen diesbezüglich vor allem die geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Einschätzung des Lernerlebens. Das verstärkte Modellieren, Zusammenfassen und Problematisieren von Seiten der Lehrkraft scheint die Jungen eher zu verunsichern. Bei den Mädchen zeigen sich dagegen eher Auswirkungen auf das empfundene Interesse und die Motivation. Auch wenn die hier ermittelten Befunde eine „lokale Lehr-Lern-Theorie“ darstellen (vgl. Prediger et al. 2012) und nicht verallgemeinerbar sind, so liefern sie dennoch wesentliche Einblicke in die differenzielle Wirkung von Unterricht und bieten Anknüpfungspunkte für Forschung und Praxis – insbesondere im Hinblick auf eine gendersensible Unterrichtsgestaltung.

## Literatur

- Adamina, M., Möller, K., Steffensky, M., Sunder, C. & Wyssen, H.-P. (2017): Maßnahmen der Lernunterstützung im naturwissenschaftlichen Sachunterricht – Kognitiv anregen und inhaltlich strukturieren. VIU-Portal der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.
- Adenstedt, V. (2021): Attributionen von Grundschulkindern zur Erklärung von Leistungsergebnissen bei technischen Alltagsaufgaben. In: Landwehr, B., Mammes I. & Murmann, L. (Hrsg.): Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. Elementar bildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt? Bad Heilbrunn, 73-93.
- Berger, R. & Hänze, M. (2004): Das Gruppenpuzzle im Physikunterricht der Sekundarstufe II – Einfluss auf Motivation, Lernen und Leistung. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 10, 205-219.

- Blumberg, E., Möller, K. & Hardy, I. (2004): Erreichen motivationaler und selbstbezogener Zielsetzungen in einem schülerorientierten naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht – Bestehen Unterschiede in Abhängigkeit der Leistungsstärke? In: Bos, W., Lankes, E., Plafmeier, N. & Schwippert, K. (Hrsg.): *Heterogenität – Eine Herausforderung an die empirische Bildungsforschung*. Münster, 41-55.
- Dölle, S. (2021): LERNnetze – Lernunterstützung im technischen Sachunterricht. Erprobung kognitiv aktivierender und inhaltlich strukturierender Maßnahmen der Lernunterstützung und Überprüfung der Angebotsnutzung. In: Landwehr, B., Mammes I. & Murmann, L. (Hrsg.): *Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. Elementar bildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt?* Bad Heilbrunn, 51-72.
- GDSU - Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2013): *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn.
- Kuckartz, U. (2018): *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. 4. Aufl. Weinheim.
- Kunter, M. & Voss, T. (2011): Das Modell der Unterrichtsqualität in COACTIV: Eine multikriteriale Analyse. In: Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Hrsg.): *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster, 85-113.
- Lipowsky, F. (2009): Unterricht. In: E. Wild & J. Möller (Hrsg.): *Pädagogische Psychologie*. Berlin, 73-102.
- Mammes, I. (2001): Förderung des Interesses an Technik durch technischen Sachunterricht. Eine Untersuchung zum Einfluss technischen Sachunterrichts auf die Verringerung von Geschlechtsdifferenzen im technischen Interesse. Frankfurt am Main.
- Mammes, I., Zolg, M. & Dölle, S. (2022): Technische Aspekte. In: Kahlert, J., Fölling-Albers, M., Götz, M., Hartinger, A., Miller, S. & Wittkowske, S. (Hrsg.): *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. 3. überarbeitete Aufl. Bad Heilbrunn, 157-163.
- Möller, K. (2020): Technisches Lernen im Sachunterricht – Kinder-Sachen-Welten. In: *Grundschulmagazin* 6/2020, 7-11.
- Möller, K., Jonen, A., Hardy, I. & Stern, E. (2002): Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. In: *Zeitschrift für Pädagogik* (45. Beiheft), 176-191.
- Prediger, S., Link, M., Hinz, R., Hußmann, S., Thiele, J. & Ralle, B. (2012): Lehr-Lernprozesse initiieren und erforschen – Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell. In: *MNU*, 65 (8), 452-457.
- Witzel, A. (2000): Das problemzentrierte Interview. *Forum Qualitative Sozialforschung*, [https://www.researchgate.net/publication/228581012\\_Das\\_problemzentrierte\\_Interview](https://www.researchgate.net/publication/228581012_Das_problemzentrierte_Interview) [30.08.2022].
- Zieffle & Jakobs (2009): *Wege zur Technikfaszination. Sozialisationsverläufe und Interventionspunkte*. Berlin.
- Zolg, M. & Dölle, S. (2021): Sachzeichnen – ein Medium des technischen Denkens. In: Möller, K., Tenberge, C. & Bohrmann, M. (Hrsg.): *Die technische Perspektive konkret*. Bad Heilbrunn, 191-204.