

Technikkreis – ein Werkzeug für Fach- und Lehrkräfte, die Kinder beim Lösen technischer Probleme begleiten

Ariane Ahlgrimm, Martin Binder, Hermann Krekeler, Maria Ploog und Christian Wiesmüller

1. Einleitung

„Das Identifizieren und produktive Lösen technischer Probleme mit den Prozessen der Problemfindung, des praktischen Handelns, Erkundens, Konstruierens, Optimierens und Bewertens ist zentrales Element einer technischen Bildung“ (GDSU 2013, 63).

Gemeinsam mit Expert/innen aus der Technikdidaktik hat die Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ ein Werkzeug entwickelt, das den pädagogischen Fachkräften und Lehrkräften aus Kita, Hort und Grundschule eine Orientierung und Handlungsempfehlung bei der Lernbegleitung technischer Problemstellungen bietet. Seit 2006 engagiert sich die Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ für eine gute frühe Bildung in den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, und Technik (MINT). Im Rahmen eines bundesweiten Fortbildungsprogramms und mit vielfältigen Begleitmaterialien unterstützt sie die pädagogischen Fach- und Lehrkräfte dabei, gemeinsam mit Kindern zwischen drei und zehn Jahren alltagsrelevante Fragestellungen aus dem MINT-Bereich zu erkunden. In diesem Beitrag wird ein Konzept zur Förderung früher technischer Bildung vorgestellt, das sich in erster Linie an pädagogische Fach- und Lehrkräfte aus Kitas, Horten und Grundschulen richtet. Es verfolgt das Ziel, ihr technisches und technikdidaktisches Wissen zu stärken. Die Qualifizierung der Pädagog/innen ist eine wichtige Voraussetzung für den Umgang der Kinder mit technischen Sachverhalten und eine gelungene technische Allgemeinbildung. Besonderes Augenmerk dieses Artikels liegt auf der Entwicklung eines Werkzeugs, das es pädagogischen Fach- und Lehrkräften ermöglichen soll, Kinder beim Lösen technischer Probleme zu begleiten.

Im Folgenden wird zunächst auf den fachlichen Hintergrund und die Rahmenbedingungen für die Entwicklung eines solchen Werkzeugs eingegangen. Anschließend folgt eine detaillierte Darstellung der Elemente des Technikkreises sowie eine Betrachtung der Leistung und Grenzen dieses Werkzeugs.

2. Fachlicher Hintergrund

Grundlage für das Konzept der Stiftung zur Förderung früher technischer Bildung sind Zieldimensionen, die im Rahmen einer Expertise von Kosack, Jeretin-Kopf und Wiesmüller (Stiftung Haus der kleinen Forscher 2015a) erarbeitet wurden. Diese Zieldimensionen fußen auf einem Technikverständnis nach Ropohl (2009, 31) und dem Begriff der Technological Literacy (ITEEA 2005), mit der die Fähigkeit, Technik zu nutzen, mit ihr umzugehen, sie zu bewerten und zu verstehen beschrieben wird. In der Expertise wird vorgeschlagen, dass sich die Stiftung bei der Erarbeitung der Materialien an den Methoden der Technikbildung orientiert. Diese liegen auch dem mehrperspektivischen Ansatz der Technikbildung nach Sachs (1979) zu Grunde und umfassen die Konstruktionsaufgabe, die Fertigungsaufgabe, das Technische Experiment, die Analyse, die Erkundung und den Lehrgang (Sachs 2001). In einer weiterführenden Untersuchung haben Jeretin-Kopf, Kosack & Wiesmüller (Stiftung Haus der kleinen Forscher 2015b) die Bedeutsamkeit der drei Methoden Konstruktionsaufgabe, Fertigungsaufgabe und Technisches Experiment für die Motivation, das problemlösende Denken und die technische Kreativität festgestellt und den ausgewogenen Einsatz dieser drei Methoden empfohlen. Diesen Empfehlungen wurde bei der Entwicklung des Technikkreises Rechnung getragen. Ebenso sollten sich im Technikkreis die von der GDSU formulierten Denk- Arbeits- und Handlungsweisen wiederfinden, nämlich Technik nutzen, Technik konstruieren und herstellen, Technik erkunden und analysieren, Technik bewerten und Technik kommunizieren.

3. Rahmenbedingungen und Bedarf für die Entwicklung des Technikkreises

Eine Orientierung bei der Entwicklung des Technikkreises stifteten bereits vorhandene Werkzeuge für die Lernbegleitung bei Forschungsfragen zu naturwissenschaftlichen und mathematischen Themen, der sogenannte Forschungskreis (Stiftung Haus der kleinen Forscher 2015c – vgl. Abb. 1.) und der Mathematikreis (Günther, Ploog & Wollring 2016). Beide sind als Hilfsmittel zur Strukturierung der Lernbegleitung zu verstehen, um einerseits Handlungsimpulse für das Kind abzuleiten oder um es andererseits auch als Unterstützung zur Beobachtung zu nutzen, um zu verstehen, in welcher Phase des Forschens sich das Kind gerade befindet.

Da das jeweilige Vorgehen beim Beantworten einer Frage in den Naturwissenschaften, der Mathematik und der Technik nicht gleich ist, helfen die bestehenden Werkzeuge bislang den Fachkräften nicht beim Nachgehen einer Frage im Rahmen einer technischen Problemlösung.



Abb. 1: Forschungskreis und Mathematikerkreis als Werkzeug zur Lernbegleitung bei naturwissenschaftlichen bzw. mathematischen Fragen

Tab. 1: Unterschiede zwischen Naturwissenschaft und Technik – aus Kosack, Jeretin-Kopf & Wiesmüller (2015, 37) nach Sachs (2001)

	Natur	Technik
Gegenstandsbereich	Was von Natur aus da ist, was vorhanden ist.	Was von den Menschen künstlich geschaffen wird, was sein soll.
Bezugswissenschaften	Naturwissenschaften	Technikwissenschaften
Hauptfragerichtung der Bezugswissenschaften	Kausal Ursache – Wirkung	Final Sinn und Zweck
Praxis	Experimentieren zur Erkenntnisgewinnung	Gestaltung der Lebensumwelt durch Herstellung und Gebrauch
Bewertungskategorien	richtig oder falsch	gut oder schlecht
Verantwortungssubjekt		Mensch und Gesellschaft

Insbesondere die Hauptfragerichtung nach der Finalität, aber auch das Verantwortungssubjekt Mensch und Gesellschaft und die Bewertungskategorien gut und schlecht verhindern bei der Lernbegleitung von Kindern, die sich mit technischen Problemlösungen befassen, dieselben Handlungsimpulse zu setzen, wie sie beim Erforschen naturwissenschaftlicher Zusammenhänge möglich sind (vgl. Überblick in Tab. 1). Mit der Einführung des Bildungsbereichs Technik in das

Gesamtportfolio der Stiftung ergab sich demnach der Handlungsbedarf, ein Werkzeug zu entwickeln, das es einerseits ermöglicht, den Unterschied zwischen dem Erforschen naturwissenschaftlicher Fragestellungen und dem technischen Problemlösen darzustellen. Andererseits sollte aufgezeigt werden, durch welches Vorgehen das technische Problemlösen gekennzeichnet ist und wie die Pädagog/innen die Kinder beim Lösen technischer Probleme begleiten können. Besonders zu berücksichtigen galt hier, eine große Anschlussfähigkeit an den Alltag der Kinder zu gewährleisten, das Alter der Kinder (3-10 Jahre) zu berücksichtigen und handlungsorientierte und praktische Tätigkeit zu initiieren. Dieser Anspruch entstand aus der Beobachtung, dass das technische Handeln in der Lebenswelt der Kinder häufig zu kurz kommt und sich technisches Handeln oft auf die Techniknutzung beschränkt (Möller 2002). Weiterhin bestand der Anspruch, ein Werkzeug zu entwickeln, welches möglichst viele der in der technischen Bildung formulierten Denk- und Handlungsweisen berücksichtigt, weil nur dann eine allumfassende technische Bildung ermöglicht werden kann (GDSU 2013). Schließlich sollten die Methoden der Konstruktionsaufgabe, der Herstellungsaufgabe und des Technischen Experiments berücksichtigt werden. Dieser Anspruch begründet sich durch die Untersuchung von Kosack, Jeretinkopf und Wiesmüller (a.a.O.), die die Bedeutsamkeit aller drei Methoden unterstreicht und ihren ausgewogenen Einsatz vorschlägt. Obwohl in einigen Bundesländern für Kindertagesstätten und Kindergärten technische Bildung ein Teil der Bildungspläne ist, ist die Realität des Angebots in den Einrichtungen durch Technikferne oder gar -abstinenz gekennzeichnet (vgl. Buhr & Hartmann 2008). Für pädagogische Fach- und Lehrkräfte sollte der Technikkreis deshalb ein Werkzeug sein, das einen allumfassenden, praxisrelevanten Einsatz ermöglicht und leicht umgesetzt werden kann.

4. Phasen der Entwicklung technischer Lösungen

Im Folgenden werden die einzelnen Phasen bei der Entwicklung technischer Lösungen vorgestellt und dabei jeweils praktische Beispiele zur Veranschaulichung der Phasen eingefügt:

Bedarf formulieren

Typisch für das Vorgehen beim Lösen technischer Probleme ist zunächst die Ermittlung und Benennung des konkreten Bedarfs aufgrund eines vorliegenden Problems. Hierunter fallen z.B. die Verbesserung eines bereits vorhandenen

Werkzeugs, weil es nicht alle Anforderungen für eine bestimmte Ausführung erfüllt, oder die Entwicklung und/ oder Neu-Erfindung eines Werkzeugs für einen bestimmten Zweck. Die Formulierung des Bedarfs ermöglicht nach Finalisierung der entwickelten Lösung die Kontrolle, ob sie tatsächlich diesen erfüllt.

Beispiele einer Bedarfsformulierung für die verschiedenen Methoden:

	Konstruktionsaufgabe	Technisches Experiment	Herstellungsaufgabe
Problem	Ein Teddy ist hinter das Sofa gefallen.	Ein Papierflieger stürzt immer wieder ab.	Es werden 100 gleiche Einladungskarten benötigt.
Bedarf/ Anforderung	Es soll etwas gebaut werden, mit dem der <i>Teddy</i> wieder hervorgeholt werden kann.	Der Papierflieger soll so umgebaut werden, dass er <i>mindestens drei Sekunden in der Luft</i> bleibt.	Es sollen 100 Einladungskarten für das Kita fest ausgegeben werden, die <i>alle gleich aussehen</i> : Ein gefaltetes A5-Blatt mit drei Kartoffeldruckstempel auf der Vorderseite und einem Schriftzug „Einladung“ sowie einem Aufkleber der Kita.

Zielgerichtet probieren – Erste Praxisphase

Diese Phase beinhaltet das Sammeln und Ausleben bereits gemachter Erfahrungen. Das Entscheidende an dieser Phase ist die Möglichkeit der Entstehung neuer Lösungsansätze durch das vielfältige, aber zielgerichtete Ausprobieren.

Kinder sind erfahrungsgemäß nicht in der Lage, einen handlungsleitenden Plan zu entwickeln (vgl. Binder 2013), dem sie dann in der Realisierungsphase folgen können. Insofern bedient diese erste Praxisphase auch das intrinsische Vorgehen der Kinder bei einer Lösungsentwicklung. Wichtig für die pädagogische Fach- und Lehrkraft ist hier, die Kinder zu ermutigen, ihre vielen Ideen auch tatsächlich auszuprobieren.

Beispiele für Gestaltung der ersten Praxisphase für die verschiedenen Methoden:

	Konstruktionsaufgabe	Technisches Experiment	Herstellungsaufgabe
Erste Praxisphase/ Zielgerichtet Probieren	Es können mehrere Sachen ausprobiert werden, etwa das Hervorholen des Teddys mit einer Angel oder das Erfinden eines „Teddy-Hervorholers“ aus einem Besenstiel und angebundener Gabel.	Der Flieger bekommt eine Starthilfe oder das Modell wird mit leichterem Papier gebaut.	Hier gibt es die Möglichkeit, dass die Kinder auf die Idee der Einteilung der einzelnen Arbeitsschritte des Falzens, Schneidens und Gestaltens in Gruppen kommen oder dass jedes Kind jeden Arbeitsschritt bis zur Fertigstellung probierend durchführt.

Entscheidung treffen

Nach der Phase des zielgerichteten Ausprobierens werden nun die verschiedenen Lösungsansätze kritisch betrachtet und miteinander verglichen. Hier wird reflektierenden Fragen nachgegangen, z.B. ob es Ansätze gibt, die sich schnell als ungünstig erweisen oder wie sich Einflussfaktoren wie Materialbeschaffung bei den verschiedenen Lösungen verhalten. Den Pädagog/innen kommt hier die Aufgabe zu, die Kinder bei dieser Reflexion zu unterstützen und bspw. anzuregen, nicht nur über die Ideen zu sprechen, sondern ggf. auch Zeichnungen anzufertigen. Diese helfen wiederum den pädagogischen Fach- und Lehrkräften, einen Einblick in die Vorstellung der Kinder von der Sache zu erhalten.

Beispiele für Gestaltung der Phase Entscheidung treffen für die verschiedenen Methoden:

	Konstruktionsaufgabe	Technisches Experiment	Herstellungsaufgabe
Entscheidung treffen	Hervorholer bauen (Prinzip des verlängerten Arms)	Falttechnik, die die Spitze des Fliegers verstärkt	Einladungskarten mit Aufgabenteilung per Fließbandprinzip erstellen

Realisieren & Optimieren – Zweite Praxisphase

Nach der Entscheidung erfolgt jetzt der Fokus auf eine gezielte Umsetzung. Dabei ist zu berücksichtigen, dass insbesondere bei Kindern die Umsetzung so erfolgt wie in der geplanten Vorstellung. Die Lernbegleitung sollte hier vor Augen haben, dass eventuell der Bedarf oder die Lösungsidee angepasst werden müssen. Hilfreich ist eine gute Dokumentation der ausgewählten Ideen und ob und wie sie verändert oder gar verworfen wurden. Dies ist bereits eine gute Vorbereitung für die kommende Phase.

Beispiele für Gestaltung der zweiten Praxisphase für die verschiedenen Methoden:

	Konstruktionsaufgabe	Technisches Experiment	Herstellungsaufgabe
Zweite Praxisphase/ Realisieren und Optimieren	Bedarf konkretisieren: Teddy soll ganz bleiben. Daher ist Einsatz der Gabel am Ende des Besenstiels nicht gut. Überlegen einer Schnappvorrichtung.	Möglichkeiten ermitteln, wie die Dauer des Flugs gemessen werden kann.	Lösungsansatz verbessern, wenn ein Arbeitsschritt zum Stau führt, etwa zwei Kinder statt ein Kind zum Falten einteilen.

Lösungen beurteilen

In dieser Phase geht es darum, die eigene Lösung genauer anzusehen, wahrzunehmen, dass es mehrere Varianten einer Lösung geben kann und auch darüber zu reflektieren. An dieser Stelle findet die Prüfung der Lösung auf die Bedarfserfüllung hin statt.

Für die verschiedenen Methoden Beispiele für die Phase Lösungen beurteilen:

	Konstruktionsaufgabe	Technisches Experiment	Herstellungsaufgabe
Lösungen beurteilen	Wurde der Teddy heil hinter dem Sofa hervorgeholt? Hält die Schnappvorrichtung am Besenstiel?	Hält sich der Papierflieger 3 Sekunden in der Luft?	Eignet sich die Fließbandstraße für die Einladungskarte oder ist die logistische Vorbereitung aufwendiger, als wenn 10 Kinder je 10 Karten nach einer Vorlage gebastelt hätten?

Perspektiven erweitern

Ein wichtiger Teil der technischen Bildung ist, den Blick auf die reale Lebenswelt zu richten. Dabei gibt es verschiedene Perspektiven. Einmal eine fachliche, wie etwa, ob das Prinzip hinter der selbst entwickelten Lösung bekannt ist und wo es sich noch wiederfindet. Die andere Perspektive widmet sich der Auswirkung der Lösung auf die nahe und entferntere Umwelt. Eine weitere Perspektive ist schließlich die nach der Frage, ob ein einmaliger oder ein genereller, also neuer, Bedarf vorliegt. Erfolgreich gelernt wurde, wenn die Kinder das, was sie am Einzelfall erfahren und erkannt haben, in anderen Fällen wiederfinden.

Beispiele für Phase Perspektiven erweitern für die verschiedenen Methoden:

	Konstruktionsaufgabe	Technisches Experiment	Herstellungsaufgabe
Perspektiven erweitern	Das Prinzip der Armverlängerung gibt es auch bei Kränen und Leitern.	Wo lohnt es sich noch, die Auswirkung eines Eingriffs so präzise zu erfassen?	Lässt sich die Idee der Fließbandstraße auf andere Herstellungen zu übertragen – wofür braucht man hohe Stückzahlen?

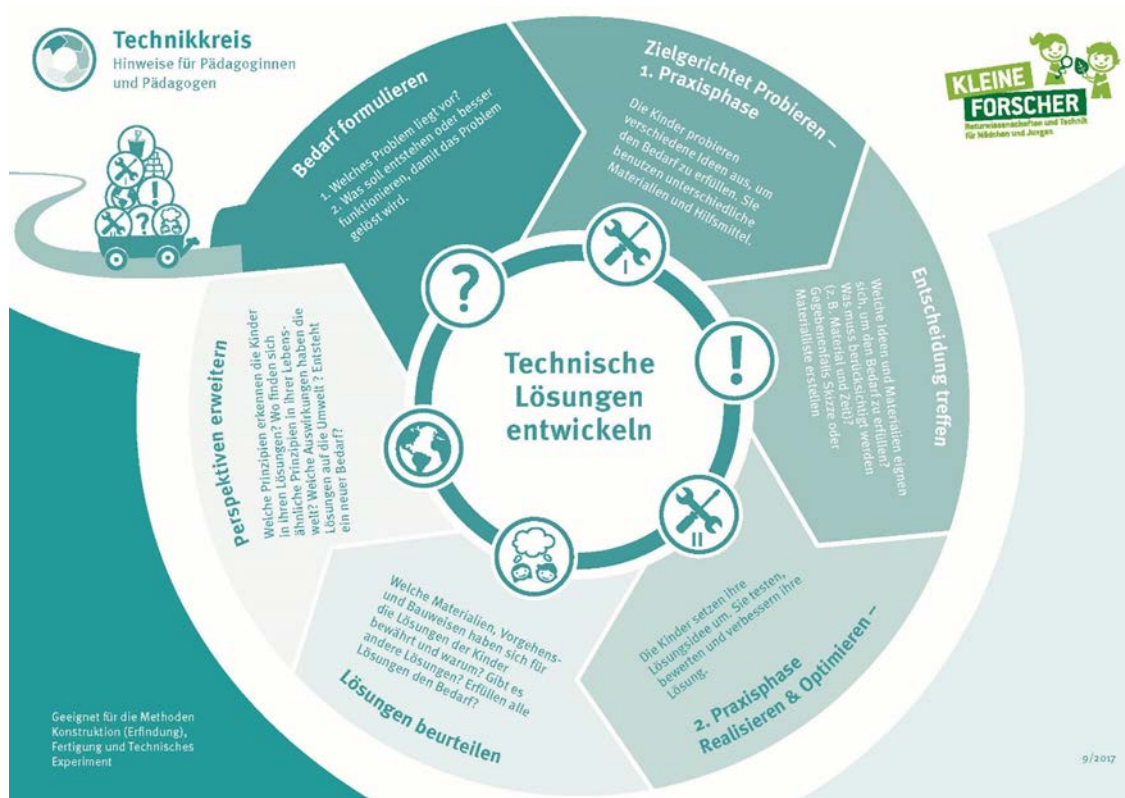


Abb. 2: Technikkreis als Werkzeug zur Lernbegleitung bei Anwendung technikkidaktischer Methoden der Konstruktion (Erfindung), Fertigung und Technisches Experiment

Die zyklische Darstellung beruht in erster Linie auf einer Wiedererkennung der Analogie zum bekannten Forschungskreis und Mathemattikkreis. Es wäre durchaus sinnvoll, die einzelnen Phasen als ein Flussdiagramm darzustellen, in dem sich ebenso auch Abkürzungen und Wiederholungen wiederfinden können. Der Technikkreis (vgl. Abb. 2) ist somit als ein Modell oder Werkzeug zu verstehen, das pädagogischen Fach- und Lehrkräften zeigt, wie sie gemeinsam mit Kindern technische Lösungen entwickeln können.

5. Grenzen und Leistungen des Technikkreises

Mit dem Technikkreis entstand ein Werkzeug für pädagogische Fach- und Lehrkräfte, die den technikkidaktischen Blick etwas mehr auf die Zielgruppe der 3 bis 10-jährigen Kinder lenkt und trotzdem drei wichtige Methoden der Technikkidaktik berücksichtigt. Er bietet klare didaktische Impulse und Handlungsoptionen, was dazu führt, dass er in der Praxis direkt eingesetzt werden kann. Durch die gewählten Beispiele wird deutlich, dass im Alltag 3-10-jähriger Kinder viele Anknüpfungspunkte für technische Bildung bestehen. Dem Alter der Zielgruppe

wurde Rechnung getragen, indem die Phase des Planens einem zielgerichteten Probieren weicht, die Realisierungsphase wird durch das Optimieren ergänzt und zusätzlich wird immer offen gehalten, dass der Bedarf angepasst werden kann. Ein wichtiges Anliegen war es, die verschiedenen Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen (DAH) der Technik zu berücksichtigen, um eine allumfassende Technikbildung zu ermöglichen. Für die DAH *Technik konstruieren und herstellen* ist das gelungen, wobei gesondert untersucht werden müsste, inwieweit sich das Herstellen nach einem vorhandenen Plan ebenfalls innerhalb des Technikkreises abgebildet werden kann. Auch das *Technik Bewerten* und das *Technik Kommunizieren* nimmt innerhalb der Phasen 5 und 6 des Technikkreises einen großen Raum ein. Das *Technik Nutzen* und das *Technik Erkunden und Analysieren* findet sich in *Perspektiven erweitern* wieder. Das ist allerdings eine so wichtige Fähigkeit, dass es sich lohnt, dafür einen weiteren Technikkreis zu erarbeiten.

Durch die kreisartige Darstellung in sechs Phasen wird es den pädagogischen Fach- und Lehrkräften ermöglicht, die Vorgehensweise beim Entwickeln technischer Lösungen mit denen des mathematischen und naturwissenschaftlichen Forschens zu vergleichen. Insgesamt ist mit dem Technikkreis ein Werkzeug entstanden, das es ermöglicht, das fachdidaktische Wissen der Pädagog/innen zu erweitern und damit einen Beitrag zur Verankerung technischer Bildung im Alltag von Kitas, Horten und Grundschulen zu leisten.

Literatur

- Binder, M. (2013): Planen als Element technischen Handelns – Analyse einer Reparaturhandlung eines neunjährigen Mädchens. In: Bienhaus, W. & Wiesmüller, C. (Hrsg.): Technische Bildung von Anfang an. Berlin: Deutsche Gesellschaft für technische Bildung.
- Buhr, R. & Hartmann, E.A. (Hrsg.) (2008): Technische Bildung für Alle. Ein vernachlässigtes Schlüsselement der Innovationspolitik. Berlin: Institut für Innovation und Technik.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe. Bad Heilbrunn.
- Günther, Ch.; Ploog, D. & Wollring, B. (2016): Beiträge zum Mathematikunterricht 2016. Band 3. Münster, S. 1189-1192.
- International Technology and Engineering Education Association (ITEEA) (Ed.) (2005): Measuring Progress: A Guide to Assessing Students for Technological Literacy. Addenda to Technological Literacy Standards Series. Advancing Technological Literacy: ITEA Professional Series. <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED489821.pdf> [06.09.2016].
- Jeretin-Kopf, M.; Kosack, W. & Wiesmüller, C. (2015): Technikdidaktische Methoden – Einfluss verschiedener technik-didaktischer Methoden auf die kindliche Motivation und tech-

- nikspezifische Denk- und Handlungsweisen. In: Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ (Hrsg.): Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“. Schaffhausen, S. 250-284.
- Kosack, W.; Jeretin-Kopf, M. & Wiesmüller, C. (2015): Zieldimensionen technischer Bildung im Elementar- und Primarbereich. In: Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ (Hrsg.): Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“. Band 7. Schaffhausen, S. 30-157.
- Möller, K. (2002): Technisches Lernen in der Grundschule. In: Grundschule, 34, 2, S. 51-54.
- Ropohl, G. (2009): Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. 3. Aufl. Karlsruhe.
- Sachs, B. (1979): Skizzen und Anmerkungen zur Didaktik eines mehrperspektivischen Technikunterrichts. In: Technik – Ansätze für eine Didaktik des Lernbereichs Technik. Fernstudienlehrgang Arbeitslehre. Studienbrief zum Fachgebiet Technik. Tübingen: Deutsches Institut für Fernstudien an der Universität Tübingen, S. 41-80.
- Sachs, B. (2001): Technikunterricht: Bedingungen und Perspektiven. In: TU-Zeitschrift für Technik im Unterricht, 26, 100, S. 5-12.
- Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.) (2015a): Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“, Band 7. Schaffhausen.
- Stiftung Haus der kleinen Forscher (2015b): Methoden- und Entdeckungskarten für pädagogische Fach- und Lehrkräfte: Technik – Kräfte und Wirkungen. Berlin: Stiftung Haus der kleinen Forscher. Verfügbar unter: <http://www.haus-der-kleinen-forscher.de/de/praxisanregungen/experimente-themen/technik/> [20.12.2017].
- Stiftung Haus der kleinen Forscher (2015c): Pädagogischer Ansatz der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“. Berlin: Stiftung Haus der kleinen Forscher. https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/1_Forschen/Paedagogik/Paedagogikbroschuere.pdf [20.12.2017].