

Zwischen Berufs- und Bildungsorientierung

Antinomien in der außerschulischen naturwissenschaftlichen Bildung

Zusammenfassung. Angesichts des sich verschärfenden Fachkräftemangels im naturwissenschaftlich-technischen Bereich erhält die außerschulische naturwissenschaftliche Bildung (anB) seit über einem Jahrzehnt Auftrieb. Solchen Lerngelegenheiten wird bspw. aufgrund von Authentizität, moderner Ausstattung und der Nähe zu originalen Forschenden hohe Wirksamkeit zur Interessens- und Motivationsförderung von Schülerinnen und Schülern für naturwissenschaftlich-technische Berufe zugeschrieben. Allerdings zeichnet sich bislang keine Trendwende in der Fachkräftegewinnung ab. Durch die starke Zweckgebundenheit, künftigen Fachkräftenachwuchs zu gewinnen, rücken der allgemeinbildende Prozess und das Ziel naturwissenschaftlicher Lerngelegenheiten, die naturwissenschaftliche Bildung im Sinne einer Scientific Literacy zur Erziehung und Bildung mündiger Menschen im persönlichen und gesellschaftlichen Kontext in den Hintergrund, was eine Ursache für das Verfehlen der Ziele von anB sein kann. Anhand von drei Antinomien soll im vorliegenden Artikel illustriert werden, wie die Berufsorientierung durch fehlende Bildungsorientierung ihr Ziel verfehlt. Gleichzeitig sollen für diese Widersprüchlichkeiten Auflösungspotenziale durch eine Besinnung auf die Bildungsorientierung am Beispiel der Fokussierung auf epistemisches Wissen umrissen werden.

Schlagwörter. Außerschulische naturwissenschaftliche Bildung, Berufsorientierung

Between Vocational and Educational Orientation

Antinomies in Out-of-School Science Education

Abstract. For more than a decade, out-of-school science education receives special attention, especially due to a growing shortage of skilled workers in the scientific and technical fields. Learning opportunities for out-of-school science education are considered to be highly effective in promoting the interest and motivation of students for scientific and technical professions, for example because of their authenticity, modern equipment and proximity to research. Due to the strong purpose of recruiting future skilled workers, the general education process and the goal of scientific literacy for educating and forming informed citizens are put on the sidelines, which can be a cause for the failure of out-of-school science education to achieve its goals. In this paper, three antinomies illustrate how career orientation misses its target by lacking scientific literacy. At the same time, solutions to these contradictions are provided by focusing on educational orientation, using epistemic knowledge as an example.

Keywords. Out-of-School Science Education, Vocational Orientation

1 Problemaufriss

Im August 2022 meldet das ifo Institut ein Allzeithoch des allgemeinen Fachkräftemangels in Deutschland, was ebenfalls den naturwissenschaftlich-technischen Bereich einschließt und den Innovationsstandort Deutschland gefährdet (vgl. ifo Institut 2022). Daher erhält die außerschulische naturwissenschaftliche Bildung (anB) seit über einem Jahrzehnt Auftrieb (vgl. Grimm, 2016) und wird durch MINT-Bildungsprogramme und Initiativen des Bundes und der Länder gefördert. Fraglich ist, ob die Bestrebungen der Nachwuchsförderung des letzten Jahrzehnts Früchte tragen. Eine Trendwende in der Fachkräftegewinnung zeichnet sich bislang nicht ab (vgl. acatech und Joachim Herz Stiftung 2022). In diesem Beitrag soll anhand von exemplarischen Antinomien ausgelotet werden, warum Förderbestrebungen kaum greifen, obwohl dem außerschulisch-naturwissenschaftlichen Lernen eine hohe Wirkung zugeschrieben wird (vgl. Karpa et al. 2015).

2 Antinomien durch fehlende Bildungsorientierung

Die im Folgenden beschriebenen Antinomien sollen exemplarisch Widersprüchlichkeiten zwischen Zielsetzungen in der Förderung des Interesses an Naturwissenschaften und ihren beruflichen Möglichkeiten und deren Umsetzungen in der anB aufzeigen. Lösungspotenziale werden am Beispiel einer möglichst hohen Bildungsorientierung aufgezeigt.

Eine Bildungsorientierung geht zunächst vom klassischen Humboldt'schen Bildungsbegriff aus, der auf „die allseitige Entwicklung der geistigen Kräfte“ (Fischler et al. 2018, S. 12) in Abgrenzung zu einer spezialisierten Bildung abzielt. Vor diesem Hintergrund wird von uns der Bildungsbegriff des Erziehungswissenschaftlers Theodor Litt herangezogen, der einen Zusammenhang von Bildung, Natur und Naturwissenschaft herstellt: Bildung vollzieht sich in diesem Verständnis in zweierlei Arten der Beziehung zur Natur, denn einerseits spielt die Bildung an der Natur als Modus des Erlebens und andererseits die Bildung durch Naturwissenschaften als Modus der Erkenntnis eine grundlegende Rolle (vgl. Litt, 1959). Erst durch diese wechselseitige Auseinandersetzung, wird es dem Menschen ermöglicht, ein Selbst- und Weltverständnis zu entwickeln (vgl. ebd.). In einer naturwissenschaftlich-technisch geprägten Gesellschaft bedeutet dies den persönlichen Lebensvollzug und die gesellschaftliche Teilhabe zu sichern, was bestimmte Fähigkeiten voraussetzt, die ein grundlegendes Verständnis der Naturwissenschaften (naturwissenschaftliche Literalität bzw. Scientific Literacy) bedingen (vgl. Rehm et al. 2008). Zwar hebt sich der ausgehende klassische Bildungsbegriff deutlich vom im Folgenden genutzten Literacy-Konzept ab (vgl. ebd.; Fischler et al. 2018), durch das Inbezugsetzen beider Ansätze soll dennoch deutlich werden, dass es bei der Argumentation der Antinomien letztendlich um die Förderung geistiger Entwicklung zum Lebensvollzug geht – und nicht etwa um die Bildungsinstrumentalisierung zur Ausbildung naturwissenschaftlicher Arbeitskräfte. Die Listung der Antinomien in diesem Artikel erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit¹. Es wird vielmehr das Ziel verfolgt, neue Perspektiven für die Nutzung und bildungswissenschaftliche Beforschung dieses Bereichs illustrieren zu können.

1 Dies gilt aus Gründen der Leserlichkeit und Sparsamkeit gleichwohl für die verwendeten Quellen, die stellvertretend Aussagen untermauern sollen, aber nicht die gesamte thematische Breite widerspiegeln können.

2.1 Scientific Literacy und Wissenschaftsorientierung

Die „aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklungen und naturwissenschaftliche Forschung“ wird explizit in den Bildungsstandards für die Fächer Biologie, Chemie und Physik (KMK 2004b, 2004a, 2004c, S. 6) als Ziel naturwissenschaftlicher Bildung (international: Scientific Literacy) benannt.

Scientific Literacy umfasst nach der Konzeption von PISA 2015 drei Bereiche: das Verständnis von (1) naturwissenschaftlichen Konzepten – content knowledge, (2) Denk- und Arbeitsweisen – procedural knowledge sowie das Verständnis von der (3) Art, des Ursprungs und den Grenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnis – epistemic knowledge (vgl. OECD, 2016). Naturwissenschaftliche Bildung ist damit eine Grundlage zur Zukunftsfähigkeit, da sie nicht nur in der Gegenwart zur persönlichen und gesellschaftlichen Partizipation ermöglicht, sondern durch die Anschlussfähigkeit der Bildung zum lebenslangen Lernen befähigt (Reiss et al. 2016). Zur Förderung von Scientific Literacy ist es notwendig alle drei Bereiche explizit-reflexiv zu thematisieren (vgl. Deng et al. 2011; McComas 2020).

Der in der Konzeption von Scientific Literacy bei PISA 2015 letztgenannte Bereich des epistemic knowledge (= epistemisches Wissen) spielt eine besondere Rolle: Grundprinzipien, Mechanismen und Grenzen wissenschaftlicher Aktivitäten können themenunabhängig eingeschätzt und nachvollzogen werden und zu persönlicher und gesellschaftlicher Meinungsbildung und zu Entscheidungsprozessen beitragen (vgl. Krüger et al. 2018) – so bspw. für Entwicklungen in der Coronapandemie oder der Klimakrise. Die Stärkung des epistemischen Bereiches ist aufgrund des häufig interdisziplinären, authentischen Kontextes von anB-Angeboten (vgl. Karpa et al. 2015) besonders geeignet, um die starke schulische Orientierung an Konzepten sowie Denk- und Arbeitsweisen zu ergänzen (vgl. Wentorf et al. 2015). So gesehen soll ein Übergang von einer Zielsetzung von „Doing Science“ zu „Understanding Science“ (vgl. Hodson 2014) über die Stärkung der epistemischen Lernprozesse in der anB erreicht werden.

Über die Förderung des epistemischen Wissens entwickeln sich individuelle Ansichten über das Wesen, die Beschaffenheit, die Arbeitsweisen, bis hin zur gesellschaftlichen Bedeutung der Naturwissenschaften, was letztlich unter dem Begriff (Natur-)Wissenschaftsverständnis zusammengefasst wird und als ein Lernbereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts mit dem Titel „Nature of Science“ (NOS) rangiert (vgl. Deng et al. 2011). NOS ist als Teil epistemischen Wissens eine wichtige Komponente naturwissenschaftlicher Kompetenz und von Scientific Literacy. Durch NOS soll ein Verständnis der Lernenden über die Per-

spektive der Naturwissenschaften auf die Welt erzeugt werden (scientific world view). Hierzu sollen Lernende verstehen, wie die *Scientific Community* naturwissenschaftliche Erkenntnis generiert. Aufgrund der Authentizität und Nähe zur Wissenschaftspraxis, können gerade außerschulische naturwissenschaftliche Lernorte das Potenzial von Scientific Literacy über eine explizit-reflexive Thematisierung von NOS-Aspekten² fördern und das Interesse an Wissenschaft und Forschung stärken. Die exemplarische Illustration soll anhand von Schülerlaboren (vgl. Haupt 2015; Heering et al. 2016; Scharfenberg et al. 2019) erfolgen – andere anB-Angebote in Museen, Zoos oder entsprechende Exkursionsmöglichkeiten (vgl. Fallik et al. 2013; Falk und Storksdiack 2005; Orion und Hofstein 1994), sind mitgedacht, aber aus Gründen der Argumentationsstruktur nicht konkret adressiert.

2.2 Antinomie #1: anB beginnt und endet bei der Interessensförderung

Die Förderung von naturwissenschaftlich-technischem Fachkräftenachwuchs soll vor allem über die Förderung der Motivation und des Interesses für Naturwissenschaften und Technik gelingen (vgl. Karpa et al. 2015). Denn insbesondere die Schulfächer Physik und Chemie gelten im MINT-Bereich als Unbeliebteste (vgl. Ochsen et al. 2022). PISA 2015 zeigte auf, dass Lernende wenig Freude und (berufliches) Interesse an Naturwissenschaften haben und deren persönliche Relevanz eher gering einschätzen (vgl. OECD 2016). Interessanterweise zeigt sich dabei gleichzeitig ein überdurchschnittliches Interesse für konkrete naturwissenschaftliche Themen, wie lebende Systeme, Erd- und Weltraumsysteme (vgl. acatech und Joachim Herz Stiftung 2022). Hier wollen anB-Angebote ansetzen, da sie durch Authentizität, Möglichkeiten zu Primärerfahrungen, Problem- statt Fachorientierung, Nähe zu originalen Forschenden und moderne Ausstattung Motivation und Interesse steigern können (vgl. Karpa et al. 2015). Bspw. werden für Besuche in einem Schülerlabor, die dafür stellvertretend stehen, positive Wirkungen auf das Interesse berichtet (vgl. Driesen und Ittel 2019).

Motivation (vgl. Deci und Ryan 1993; Eccles und Wigfield 2002) und Interesse sind multidimensionale Konstrukte. Bezogen auf die Person-Gegenstand-Theorie des

2 Der prominenteste Minimalkonsens von NOS-Aspekten findet sich in den sogenannten „Lederman Seven“: Naturwissenschaftliches Wissen ist (1) theoriegeleitet und (2) vorläufig, hat (3) kreative Anteile, entsteht aus einer (4) Methodenvielfalt und ist (5) sozio-kulturell eingebettet. (6) Theorie und Gesetz sowie (7) Beobachtung und Schlussfolgerung sind dabei explizit zu unterscheiden (vgl. Lederman et al. 2002).

Interesses bei Schiefele (1978) oder Krapp (1999) weist „Interesse“ kognitive und affektive Komponenten auf und lässt sich sowohl in situationsabhängige (situationales Interesse) als auch in stabile Anteile (dispositionales bzw. individuelles Interesse) differenzieren (vgl. auch Ochsen et al. 2022). Das situationale Interesse ist ein psychologischer Zustand, der u. a. in außerschulischen naturwissenschaftlichen Lernprozessen angesprochen wird (vgl. Driesen und Ittel 2019). Zur Förderung einer naturwissenschaftlichen Berufslaufbahn bedarf es allerdings der Entfaltung eines – im Gegensatz zum kurzweiligen, situationalen Interesses – dispositionalen bzw. individuellen Interesses. Während der Begriff dispositionales Interesse aus der Person-Gegenstand-Theorie (vgl. Schiefele 1978; Krapp 1999) stammt, greifen bspw. Eitemüller und Walpuski (2018) auf den Begriff des individuellen Interesses zurück. Dabei nehmen sie Bezug auf das *Erwartungs-mal-Wert* Modell von Eccles und Wigfield (2002), das häufig als psychologisches Erklärungsmodell für die Bildung von Handlungsabsicht oder für die Leistungsmotivation von Schülerinnen und Schülern herangezogen wird. Individuelles bzw. dispositionales Interesse kann über interessenstabilisierende Aspekte der Motivation erklärt werden. So kann das individuelle Interesse für ein Themengebiet über die Erreichbarkeit seiner Ziele (*attainment*) bzw. den Nutzen (*utility*) für die eigenen Ziele, über die Abwägung der zielführenden Anstrengung (*relative cost*) und vor allem über die Freude am Thema (*interest-enjoyment*) erklärt werden. Dispositionales Interesse wird mittels der Aspekte *Kognition* (differenziertes prozedurales sowie deklaratives Wissen über einen Gegenstand, über den man noch mehr erfahren möchte), *Wert* (im Sinne der subjektiven Bedeutsamkeit) und *Emotion* (die Gegenstandsauseinandersetzung erfolgt in Erwartung positiver Gefühle) beschrieben. Im Rückgriff auf die Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (1993) wird der Aspekt *Emotion* vor allem mittels der sog. emotionalen Valenz und damit verbunden über die Befriedigung bestimmter Bedürfnisse, wie der Kompetenzwahrnehmung, sozialer Eingebundenheit, wahrgenommener inhaltlicher Relevanz und Selbstbestimmung, erklärt (vgl. Ochsen et al. 2022; Schüttler et al. 2021): Werden diese Aspekte stetig mit situationalem Interessens-erleben verknüpft, stabilisiert sich – so die Vermutung – das individuelle bzw. das dispositionale Interesse (vgl. Ochsen et al. 2022).

Da in vielen Konzeptionen eher die einmalige Nutzung des außerschulischen Lernorts vorgesehen ist (vgl. Karpa et al. 2015), scheint die Förderung eines individuellen Interesses an Naturwissenschaften fraglich. Strukturelle Optimierungen in der Verzahnung von schulischen und außerschulischen Lernprozessen werden als langfristiger Lösungsansatz angesehen (vgl. acatech und Joachim Herz Stiftung 2022), darüber hinaus könnte ein anderer Fokus in der Interessensförderung Abhilfe leisten: So scheint die Förderung eines situationalen epistemischen Interesses (vgl. Schüttler et al. 2021) – als Wissen über den Lerngegenstand aus

einer Metaperspektive – auch bei einmaliger Einbeziehung von anB ein wichtiger Aspekt zur Ausbildung eines individuellen bzw. dispositionalen Interesses zu sein. Lernorte von anB haben durch die Nähe zu wissenschaftlicher Forschungspraxis das Potenzial, epistemische Wissenskomponenten explizit erfahrbar zu machen (vgl. Driesen und Ittel 2019), bleiben aber eher auf fachlicher (aktuelle Forschungsthemen) und prozeduraler Ebene (eigenständige Forschung mit moderner Ausstattung) stehen (vgl. Schüttler et al. 2021). Eine stärkere Betonung von epistemischen Aspekten im Kontext authentischer, wissenschaftlicher Forschungseinrichtung in anB ist hierbei als gewinnbringende Ergänzung zur Interessensförderung zu verstehen. Zur Förderung einer epistemischen Perspektive, bspw. bei Forschungsaktivitäten von Schülerlaboren, bietet sich eine Abkehr vom Experiment als „Antwortmaschine“ (Höttecke und Rieß 2015, S. 127) mit im Voraus bereits bekannten Antworten an. Stattdessen können moderne und authentische Messinstrumente als Forschungsobjekt selbst hinsichtlich ihrer chemisch-physikalisch-technischen Entwicklung und Funktionsweise untersucht und deren Einsatz und Datengenerierung durchdrungen werden, wobei auch die Grenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisraum finden (vgl. Höttecke und Rieß 2015). Diese Erweiterung kann unterrichtlich durch ihren Realitätsbezug die als abstrakt empfundene Erkenntnistheorie in ihrer Interessanztheit steigern und die Nützlichkeit für das eigene Leben aufzeigen – persönlich, gesellschaftlich und beruflich. Es reicht folglich nicht aus, eine interessante Exkursion zu gestalten, wenn ein stabiles und nachhaltiges individuelles Interesse gefördert werden soll.

2.3 Antinomie #2: anB zielt auf Nachwuchsgewinnung und gewinnt nichts

Das übergeordnete Ziel von anB – zusätzlich verstärkt durch Förderinitiativen von Bund und Ländern – ist die Nachwuchsförderung für MINT-Fachkräfte (vgl. Grimm, 2016). Die Fachkräftelücken betreffen die akademischen Berufsgruppen sowohl für die (1) fachwissenschaftlichen als auch für die (2) Lehramtsstudierenden sowie die (3) Ausbildungsberufe: Für die akademische Berufsgruppe (1) zeigte sich 2020 eine Fachkräftelücke von 140.000 unbesetzten Stellen (vgl. Anger et al. 2021) und sinkende Erstsemester-Studierendenzahlen, wobei die absolute Zahl der Absolventinnen und Absolventen durch Wechsel- und Abbruchquoten (für Naturwissenschaften bei 43 Prozent) weiter reduziert werden (vgl. acatech und Joachim Herz Stiftung 2022). Ein ähnliches Bild zeichnet sich für den Nachwuchs von (2) MINT-Lehrkräften ab, was die stetige Verschärfung des Fachkräftemangels am Leben halten wird (vgl. Geis-Thöne 2022). Der Fachkräfte-Engpass ist, entgegen der hohen Aufmerksamkeit für akademisch-fachwissenschaftliche Nachwuchsförderung, besonders im Bereich (3) beruflich qualifizierter Fach-

kräfte mit einer Lücke von 154.400 fehlenden Fachkräften zu spüren (vgl. Anger et al. 2021).

Es ist auffällig, dass viele anB-Initiativen auf die Zielgruppe potenzieller Studierender abzielen: Bspw. sind Schülerlabore als hochschulnahe Institutionen folgerichtig darauf ausgerichtet, Einblicke in ein zukünftiges naturwissenschaftliches Studium zu ermöglichen und dafür zu motivieren (vgl. Schüttler et al. 2021). Ebenso zielen Schülerwettbewerbe, wie *Jugend forscht* oder die *Science-Olympiaden* darauf ab, bereits naturwissenschaftlich begabte und interessierte Schülerinnen und Schüler zu fördern (vgl. Wegner und Schmiedebach 2017), welche bereits ein hohes Potenzial aufweisen eine akademisch-naturwissenschaftliche Berufskarriere anzustreben. Solche anB-Angebote sind voraussetzungsreich, da ein hohes Maß an Eigenständigkeit und die Anwendung von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen notwendig sind, so auch innerhalb der Qualitätskriterien für Schülerwettbewerbe durch die Kultusministerkonferenz beschrieben (vgl. KMK 2009). Der Wettbewerb regt innovative Lern- und Arbeitsformen an oder erfordert die Anwendung angemessener Methoden der Problemlösung auf fachlich hohem Niveau.

Damit werden Potenziale leistungsschwächerer Lernenden, die bspw. einen naturwissenschaftlichen Ausbildungsberuf anstreben könnten, nicht gefördert, im Gegenteil: Die Überzeugung, naturwissenschaftliche Tätigkeiten seien wenigen Hochbegabten vorbehalten (vgl. Ramseger 2010), wird erneut bestätigt. Demgegenüber bestehen für ausbildungsberufliche Orientierung ausschließlich schulische Praktika (vgl. Grimm 2016).

Schulisch wie außerschulisch ist es daher wichtig, nicht voraussetzungsreich anzusetzen und naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen zunächst stärker angeleitet und sukzessive öffnend zu vermitteln (vgl. Priemer 2011). Hier bietet sich bspw. das Konzept von Science Centers an, das mit ihren vielfältigen, lebensnahen und interaktiven Exponaten und Stationen interaktives, individuelles und zum Handeln einladendes Lernen mit verschiedenen Herangehensweisen ermöglicht (vgl. Heering et al. 2016; Brovelli et al. 2018; Scharfenberg et al. 2019). Gerade diese unterschiedlichen Herangehensweisen haben das Potenzial, die Methodenvielfalt nicht nur selbst zu erleben, sondern diese auch explizit auf epistemischer Ebene zu reflektieren und mit anderen zu diskutieren. Zudem sind Science Center nicht ausschließlich auf Klassen ausgelegt, sondern stehen jeder Besucherin und jedem Besucher als Möglichkeit offen (vgl. Haupt 2015), sich mit den herausfordernden Phänomenen sowie mit den eigenen Interessen, Vorerfahrungen und dem individuellen Vorwissen auseinanderzusetzen (vgl. Heering et al. 2016). So können auch solche Lernenden abgeholt werden, die zunächst

weniger naturwissenschaftliches Kompetenzerleben erfahren (vgl. acatech und Joachim Herz Stiftung 2022), um sie letztendlich vom Gegenteil zu überzeugen: Naturwissenschaften sind nicht den wenigen Hochbegabten vorbehalten, sondern für alle zugänglich und attraktiv.

2.4 Antinomie #3: anB verfehlt durch Berufsorientierung die Berufsorientierung

Es klingt bereits bei den beiden vorherigen Antinomien an: Der Fokus auf situationale Interessensförderung entwertet die Förderung von Scientific Literacy, indem einerseits lediglich das „Doing Science“ im Mittelpunkt steht (siehe Antinomie #1): In naturwissenschaftlichen Lernprozessen wird vor allem auf inhaltsbezogenes und prozedurales Wissen fokussiert, und epistemische Wissensbereiche werden bestenfalls implizit tangiert (vgl. Gebhard et al. 2017). Andererseits werden durch die spezifische Berufsorientierung solche Zielgruppen angesprochen, die bereits ein höheres Maß an naturwissenschaftlicher Grundbildung und Interesse an Naturwissenschaften aufweisen und nicht in solche Berufe eintreten, die größere Fachkräftelücken aufweisen (siehe Antinomie #2).

Der starke berufsorientierende Fokus instrumentalisiert anB und verfehlt damit die eigentliche Bildungsorientierung: Indem ausschließlich auf Einblicke in authentische und durchaus attraktive, spezifische naturwissenschaftliche Berufe mit einer „Doing Science“ anstatt „Understanding Science“-Zielsetzung fokussiert wird, verliert die anB das eigentliche Bildungsziel naturwissenschaftlicher Interessensförderung aus dem Blick: Naturwissenschaften sind erklärungsmächtig, eröffnen uns nicht nur beruflich sondern auch privat und gesellschaftlich Handlungsperspektiven und aktive Teilhabe in unserer stark naturwissenschaftlich-technisch geprägten Gesellschaft (vgl. Beck 1986/1996; Arndt et al. 2019). Naturwissenschaftliche grundgebildete Menschen erfahren ihre Mündigkeit vor allem darin, dass ihr naturwissenschaftlich modifiziertes Alltagsverständnis zu Lebensgestaltungs- und Lebensbewältigungskompetenzen führt (vgl. Karpa et al. 2015). Letztendlich sind Lernende im besten Fall dazu befähigt, über ein angemessenes Wissenschaftsverständnis lebenslang an der persönlichen und gesellschaftlichen Lebensgestaltung (mit) zu arbeiten und partizipieren zu können (vgl. Wentorf et al. 2015). Dazu gehört fächerübergreifendes und problemorientiertes Lernen, welches gerade in anB-Kontexten ermöglicht wird, da hier keine unmittelbare Orientierung am schulischen Fächerkanon Voraussetzung ist (vgl. Karpa et al. 2015). Bei der Berufsorientierung, in der der Kontakt mit originären Forschenden und die eigenständigen Erfahrungen mit moderner Ausstattung im Mittelpunkt stehen (vgl. Erhorn und Schwier 2016), treten interdisziplinäre Prob-

lemstellungen und epistemische Lernprozesse in den Hintergrund (vgl. Schüttler et al. 2021). Dabei wird außer Acht gelassen, dass über die Förderung angemessener Vorstellungen zu NOS indirekt auch individuelles bzw. dispositionales Interesse an naturwissenschaftlichen Berufslaufbahnen gestärkt wird (vgl. Ochsen et al. 2022; Wentorf et al. 2015). Wegen der Forschungsnähe und Authentizität von anB-Angeboten können Lernende nicht nur Einblicke in eine berufliche Zukunft gewinnen, sie haben darüber hinaus die Chance, etwas über naturwissenschaftliche Forschung, ihre Funktionsweisen und Prinzipien sowie ihre gesellschaftliche Verflechtung zu erfahren – diese Chance wird oftmals zugunsten der Berufsorientierung nicht ergriffen (vgl. Erhorn und Schwier 2016). So gesehen verhindert die Berufsorientierung in anB die effektive Nachwuchsgewinnung für naturwissenschaftliche Berufe, da die Naturwissenschaften als Broterwerb und Karrieremöglichkeit, aber nicht als persönlich-gesellschaftlich voranbringend und bereichernd transportiert werden.

3 Fazit

Die Instrumentalisierung von anB zur kurz- bis mittelfristigen Behebung verschiedener Fachkräftelücken verhindert die Gewinnung von Fachkräftenachwuchs, was exemplarisch an drei verschiedenen Antinomien illustriert wurde. Die Zielrichtung ist klar, die Maßnahmen allerdings sind nicht zielführend. Eine grundsätzliche Orientierung am Bildungsziel naturwissenschaftlicher Lernprozesse, nämlich die Förderung von Scientific Literacy als Grundlage für lebenslanges Lernen, Verstehen und Gestalten, ist sehr wahrscheinlich lohnenswert. Sicherlich ist eine Umorientierung der Lernziele in anB nicht der Weisheit letzter Schluss, da auch eine nachhaltige strukturelle Verzahnung von schulischem und außerschulischem Lernen langfristig notwendig ist. Zudem eröffnen sich hierbei auch für die fachdidaktische naturwissenschaftliche Forschung Handlungsfelder, um bspw. identifizieren zu können, welche nachweisliche Rolle epistemische Elemente bei der Interessensförderung spielen oder welche anB-Maßnahmen inklusiv statt exklusiv wirken. Klar ist jedoch, dass sich nach über 10 Jahren der Bildungsbemühungen von anB noch nicht die Erfolge eingestellt haben, die ihr zugeschrieben werden. Eine Neufokussierung auf interdisziplinäre und wissenschaftsorientierte Lernprozesse könnte nicht nur die (Aus-)Bildung mündiger Menschen befördern, sondern auch den naturwissenschaftlichen Bereich aus beruflicher Sicht attraktiver machen.

Literatur

- acatech und Joachim Herz Stiftung (2022). MINT Nachwuchsbarometer 2022. München: acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- Anger, Christina; Kohlisch, Enno und Plünnecke, Axel (2021). MINT-Herbstreport 2021: Mehr Frauen für MINT gewinnen – Herausforderungen von Dekarbonisierung, Digitalisierung und Demografie meistern. Köln: Institut der Deutschen Wirtschaft e.V. [28.10.2023]
- Brovelli, Dorothee; Vogt Amacker, Valerie; Vollmeier, Joséphine und Wilhelm, Markus (2018). Kognitive und motivationale Wirkungen von Workshop-Angeboten im Swiss Science Center Technorama. In: P. Gautschi, A. Rempfler, B. Sommer und M. Wilhelm (Hrsg.), Aneignungspraktiken an außerschulischen Lernorten. Wien: LIT-Verlag, S. 45–60
- Deci, Edward L. und Ryan, Richard M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. Zeitschrift für Pädagogik, 39:2, S. 223–238
- Deng, Feng; Chen, Der-Thang, Tsai; Ching-Chung und Chai, Ching Sing (2011). Students' Views of the Nature of Science: A Critical Review of Research. In: Science Education, 95:6, S. 961–999 <https://doi.org/10.1002/sce.20460> [28.10.2023]
- Driesen, Cornelia und Ittel, Angela (Hrsg.) (2019). Der Übergang in die Hochschule: Strategien, Organisationsstrukturen und Best Practices an deutschen Hochschulen. Münster und New York: Waxmann
- Eccles, Jacquelynne S. und Wigfield, Allan (2002). Motivational Beliefs, Values, and Goals. In: Annual Reviews of Psychology, 53, S. 109–132
- Eitemüller, Carolin und Walpuski, Maik (2018). Wahl- und Abwahlprofile im Fach Chemie: Ergebnisse einer Clusteranalyse zur Charakterisierung von Lernenden am Ende der Sekundarstufe I. In: ZfDN, 24:1, S. 251–263
- Erhorn, Jan und Schwier, Jürgen (Hrsg.). (2016). Pädagogik außerschulischer Lernorte. transcript Verlag
- Falk, John, und Storksdiack, Martin (2005). Using the Contextual Model of Learning to Understand Visitor Learning from a Science Center Exhibition. Science Education, 89, 744–778. <https://doi.org/10.1002/sce.20078> [28.10.2023]
- Fallik, Orna; Rosenfeld, Sherman und Eylon, Bat-Sheva (2013). School and Out-of-School Science: A Model for Bridging the Gap. Studies in Science Education, 49, 69–91
- Fischler, Helmut; Gebhard, Ulrich und Rehm, Markus (2018). Naturwissenschaftliche Bildung und Scientific Literacy. In: D. Krüger, I. Parchmann und H. Schecker (Hrsg.): Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung (S. 11–29). Berlin und Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5_2 [28.10.2023]

- Gebhard, Ulrich; Höttecke, Dietmar und Rehm, Markus (2017). Pädagogik der Naturwissenschaften: Ein Studienbuch. Wiesbaden: Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-19546-9> [28.10.2023]
- Geis-Thöne, Wido (2022). Lehrkräftebedarf und -angebot: Bis 2035 steigende Engpässe zu erwarten. Szenariorechnungen zum INSM-Bildungsmonitor. Köln: Institut der Deutschen Wirtschaft
- Grimm, Axel (2016). Außerschulische Lernorte in der Berufsbildung. In J. Erhorn und J. Schwier (Hrsg.), Pädagogik außerschulischer Lernorte. Bielefeld: transcript Verlag, S. 171–186
- Haupt, Olaf J. (2015). Arbeiten im regionalen Netzwerk: Besser zusammen! In: Lernort Labor – Bundesverband der Schülerlabore e.V. (Hrsg.): Schülerlabor-Atlas 2015: Schülerlabore im deutschsprachigen Raum. Marktkleeberg: LernoKlett MINT, S. 56–59
- Heering, Peter; Kiupel, Michael und Schulze Heuling, Lydia (2016). Physikalische Bildung in außerschulischen Kontexten am Beispiel der Science Center. In J. Erhorn und J. Schwier (Hrsg.): Pädagogik außerschulischer Lernorte. Bielefeld: transcript Verlag, 227–244. <https://doi.org/10.1515/9783839431320-012> [28.10.2023]
- Hodson, D. (2014). Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different Goals Demand Different Learning Methods. In: International Journal of Science Education, 36:15, S. 2534-2553. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.899722> [28.10.2023]
- Höttecke, Dietmar und Rieß, Falk (2015). Naturwissenschaftliches Experimentieren im Lichte der jüngeren Wissenschaftsforschung: Auf der Suche nach einem authentischen Experimentbegriff der Fachdidaktik. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 21, S. 127–139
- ifo Institut (2022). Fachkräftemangel steigt auf Allzeithoch. <https://www.ifo.de/pressemitteilung/2022-08-02/fachkraeftemangel-steigt-auf-allzeithoch> [28.10.2023]
- Karpa, D., Lübbecke, G. und Adam, B. (Hrsg.). (2015). Außerschulische Lernorte: Theorie, Praxis und Erforschung außerschulischer Lerngelegenheiten. Verlag Barbara Budrich.
- KMK (2004a). Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. München: Luchterhand Verlag
- KMK (2004b). Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. München: Luchterhand Verlag
- KMK (2004c). Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. München: Luchterhand Verlag
- KMK. (2009). Qualitätskriterien für Schülerwettbewerbe: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 17.09.2009 https://archiv.demokratisch-handeln.de/wettbewerb/pdf/qualitaetskriterien_kmk.pdf [28.10.2023]

- Krapp, Andreas (1999). Intrinsische Lernmotivation und Interesse: Forschungsansätze und konzeptuelle Überlegungen. In: Zeitschrift für Pädagogik, 45:3, S. 387-406. <https://doi.org/10.25656/01:5958> [28.10.2023]
- Krüger, Dirk; Parchmann, Ilka und Schecker, Horst (Hrsg.) (2018). Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Berlin und Hamburg: Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5> [28.10.2023]
- Lederman, Norm G.; Abd-El-Khalick, Fouad; Bell, Randy L. und Schwartz, Renée S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. In: Journal of Research in Science Teaching, 39:6, S. 497-521. <https://doi.org/10.1002/tea.10034> [28.10.2023]
- Litt, Theodor (1959). Naturwissenschaft und Menschenbildung. Heidelberg: Quelle und Meyer, 4. Aufl.
- McComas, William F. (Hrsg.) (2020). Nature of Science in Science Instruction: Rationales and Strategies. Cham: Springer International. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6> [28.10.2023]
- Ochsen, Sabrina; Bernholt, Sascha; Bernholt, Andrea und Parchmann, Ilka (2022). „Chemie finde ich eigentlich interessant, aber manchmal auch nicht“: Zusammenhänge zwischen Merkmalen des Chemieunterrichts und dem situationalen Interesse von Lernenden. In: Unterrichtswissenschaft, 50, S. 425-451. <https://doi.org/10.1007/s42010-021-00133-8> [28.10.2023]
- OECD (2016). PISA 2015: Ergebnisse im Fokus. https://www.oecd.org/berlin/themen/pisa-studie/PISA_2015_Zusammenfassung.pdf [28.10.2023]
- Orion, Nir und Hofstein, Avi (1994). Factors that Influence Learning during a Scientific Field Trip in a Natural Environment. In: Journal of Research in Science Teaching, 31, S. 1097-1119. <https://doi.org/10.1002/tea.3660311005> [28.10.2023]
- Priemer, Burkhard (2011). Was ist das Offene beim offenen Experimentieren? In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 17, 316-337. https://archiv.ipn.uni-kiel.de/zfdn/pdf/17_Priemer.pdf [28.10.2023]
- Ramseger, J. (2010). Was heißt „naturwissenschaftliche Bildung“ im Kindesalter? Eine kritisch-konstruktive Sichtung von Naturwissenschaftsangeboten für den Elementar- und Primarbereich. Vortrag auf der gemeinsamen MINT-Fachtagung von KMK und FJMK, Rostock, 20. September 2010. https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/Bildung/AllgBildung/Fachtagung_MINT_2010/009_Vortrag_Prof_Ramseger.pdf [28.10.2023]
- Rehm, Markus; Bünder, Wilfgang; Haas, Tilmann; Buck, Peter; Labudde, Peter; Brovelli, Dorothee; Rittersbacher, Christa; Östergaard, Edvin; Wilhelm, Markus; Genseberger, Rubert und Svoboda, Gregor (2008). Legitimierungen und Fundamente eines integrierten Unterrichtsfachs ›Science‹. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 14, S. 99-124

- Reiss, Kristina; Sälzer, Christine; Schiepe-Tiska, Anja; Klieme, Eckhard und Köller, Olaf (Hrsg.) (2016). PISA 2015: Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation. Münster: Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:14020> [28.10.2023]
- Scharfenberg, Franz-Josef; Möller, Andrea; Kaufmann, Katrin, Bogner, Franz X. (2019). Schülerlabore und Lehr-Lern-Labore. In: J. Groß, M. Hammann, P. Schmiemann und J. Zabel (Hrsg.): Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis. Berlin und Heidelberg: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-58443-9_13 [28.10.2023]
- Schiefele, Hans (1978). Lernmotivation und Motivlernen: Grundzüge einer erziehungswissenschaftlichen Motivationslehre. München: Ehrenwirth
- Schüttler, Tobias; Watzka, Bianca; Girwidz, Raimund und Ertl, Bernhard (2021). Die Wirkung der Authentizität von Lernort und Laborgeräten auf das situationale Interesse und die Relevanzwahrnehmung beim Besuch eines naturwissenschaftlichen Schülerlabors. In: ZfDN, 27, S. 109–125. <https://doi.org/10.1007/s40573-021-00128-z> [28.10.2023]
- Wegner, Claas und Schmiedebach, Mario (2017). Begabungsförderung im naturwissenschaftlichen Unterricht. In C. Fischer, C. Fischer-Ontrup, F. Käpnick, F.-J. Mönks, N. Neuber und Solzbacher C. (Hrsg.): Potenzialentwicklung – Begabtenförderung: Bildung der Vielfalt. Beiträge aus der Begabungsförderung. S. 119–134. Münster und New York: Waxmann
- Wentorf, Wilfried; Höfler, Tim N. und Parchmann, Ilka (2015). Schülerkonzepte über das Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern: Vorstellungen, korrespondierende Interessen und Selbstwirksamkeitserwartungen. In: ZfDN, 21:1, S. 207–222. <https://doi.org/10.1007/s40573-015-0035-7> [28.10.2023]

Autor:innen

Laura Arndt. Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Naturwissenschaften, Geographie und Technik der Pädagogischen Hochschule Heidelberg und Referentin der fachlichen Leitung der Forscherstation gGmbH. Forschungsschwerpunkte: Nature of Science, Epistemologische Überzeugungen und Wissenschaftsverständnis, Experimente in der Schule, Naturwissenschaftliche Bildung in Sekundarstufe I und II
arndt@forscherstation.info

Prof. Dr. Markus Wilhelm. Professur für Naturwissenschaften und ihre Didaktik und Leiter des Instituts für Fachdidaktik Natur, Mensch, Gesellschaft der Pädagogischen Hochschule Luzern. Forschungsschwerpunkte: Inter- und Transdisziplinarität in der Fachdidaktik Natur, Mensch, Gesellschaft, Wissens-

transformation im öffentlichen Raum, Methoden der fachdidaktischen Bildungsforschung
markus.wilhelm@phlu.ch

Dr. Tim Billion-Kramer. Vertretung der Professur für Naturwissenschaftliches Lernen mit dem Schwerpunkt Chemie an der Fakultät für Kultur- und Naturwissenschaften der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg. Forschungsschwerpunkte: Naturwissenschaftliche und technische Elementar- und Primarbildung, Vignettentests, Naure of Science
kramer@forscherstation.info

Prof. Dr. Markus Rehm. Professur für Didaktik der Naturwissenschaften im Fach Chemie an der Fakultät für Fakultät für Natur- und Gesellschaftswissenschaften der Pädagogischen Hochschule Heidelberg. Forschungsschwerpunkte: Professionalisierungsforschung, Aufgaben in naturwissenschaftlichen Unterricht, Verstehensprozesse und verständnisvolles Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht, Microteaching im Schülerlabor, Videogestützte ISP Begleitung
rehm@ph-heidelberg.de

Korrespondenzadresse:
Prof. Dr. Markus Rehm
Pädagogische Hochschule Heidelberg
Keplerstraße 87
69120 Heidelberg