

HANNAH REICHMANN (Pädagogische Hochschule Tirol)

ARMIN RUCH (Istanbul Erkek Lisesi)

HANNES HELMUT NEPPER (Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd)

SEBASTIAN GORETH (Pädagogische Hochschule Tirol)

**„Roboter helfen mir gerne!“ – Lernendenvorstellungen zu Robotern
und roboterähnlichen Maschinen**

Herausgeber

BERND ZINN

RALF TENBERG

DANIEL PITTICH

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

Online unter: <http://www.journal-of-technical-education.de>

HANNAH REICHMANN / ARMIN RUCH / HANNES HELMUT NEPPER / SEBASTIAN GORETH

„Roboter helfen mir gerne!“ – Lernendenvorstellungen zu Robotern und roboterähnlichen Maschinen

ZUSAMMENFASSUNG: Dieser Beitrag untersucht die Vorstellungen von Kindern und Jugendlichen zu Robotern und roboterähnlichen Maschinen. Auf Grundlage von $N = 73$ explorativen, leitfadengestützten Interviews sowie ergänzenden Zeichnungen aus Tirol wurden Konzepte zu Materialien, Funktionsweisen und Einsatzfeldern von Robotern analysiert. Die Ergebnisse verdeutlichen eine starke Zuschreibung menschenähnlicher Eigenschaften sowie eine dominante Vorstellung von Metall als primärem Werkstoff. Zudem zeigen sich Unsicherheiten in der Abgrenzung zu anderen technischen Artefakten. Diese Erkenntnisse betonen die Notwendigkeit fachdidaktischer Ansätze, um eine fundierte und reflektierte Auseinandersetzung mit Robotik im Technikunterricht zu fördern.

Schlüsselwörter: Roboter, Zeichnungen & Interviews, Schülervorstellungen, Lernendenvorstellungen

“Robots are happy to help me!” - Students' conceptions of robots and robot-like machines

ABSTRACT: This paper examines children's and young people's ideas about robots and robot-like machines. Based on $N = 73$ explorative, guided interviews and supplementary drawings from Tyrol, concepts of materials, functions and fields of application of robots were analyzed. The results show a strong attribution of human-like characteristics and a dominant idea of metal as the primary material. In addition, there are uncertainties in the differentiation from other technical artifacts. These findings emphasize the need for didactic approaches to promote a well-founded and reflective discussion of robotics in technology lessons.

Keywords: robots, drawings & interviews, student conceptions, learner conceptions

1 Einleitung

In einer von Technik geprägten Welt findet derzeit ein Wandel statt, in dem die Robotik eine gewichtige Rolle einnimmt. In den vergangenen zehn Jahren konnte ein kontinuierlicher Anstieg an Robotern und roboterähnlichen Maschinen im Industriebereich wahrgenommen werden (International Federation of Robotics 2022). Im Jahr 2011 konnte ein Bestand an 1 153 000 Robotern weltweit erfasst werden, während dies im Jahre 2021 bereits über 3 Millionen Industrieroboter waren. Dies entspricht einem Anstieg auf das Dreifache innerhalb von zehn Jahren.

Spöttel und Windelband (2019) beschreiben, dass Technologien wie Robotertechnik, künstliche Intelligenz, Sensortechnik u. a. nicht nur für die industrielle Produktion entwickelt wurden, sondern sich auch für viele weitere Lebensbereiche eignen und einen enormen Einfluss auf unsere gesellschaftlichen Strukturen nehmen – dabei wird kein Land ausgenommen.

Eine Betrachtung des alltäglichen Lebens verdeutlicht, dass einige weitere Bereiche, die mit der Thematik Robotik im direkten Zusammenhang stehen, aufscheinen. Neben zahlreichen Anwendungsgebieten wurde bspw. der Handrasenmäher in einigen Haushalten von einem Rasenmäher-Roboter ersetzt, dasselbe gilt für den Staubsauger. Aber auch im Bereich der Pflege kommen immer mehr Roboter zum Einsatz¹.

Die zentrale Rolle des Internets als Grundlage für die Nutzung von Robotik, künstlicher Intelligenz und Sensortechnik ist dabei nicht zu unterschätzen. Es bildet die Infrastruktur, die den Einsatz dieser Technologien sowohl im privaten als auch im unternehmerischen Umfeld erst ermöglicht (Gorltdt 2017, S. 98). Die Relevanz von Robotik für alle Lebensbereiche machen auch Kreuzkamp (2019), Hornung und Hoffmann (2018a, 2018b) sowie Hanekamp (2014) deutlich.

In einer sich rasant verändernden Welt ist es von zentraler Bedeutung, alle Kinder und Jugendlichen im Rahmen einer Allgemeinbildung frühzeitig für diese Thematik zu sensibilisieren. Dabei geht es nicht nur um die Auseinandersetzung mit einer gesellschaftlich relevanten Technologie, sondern auch um die Förderung spezifischer technikbezogener Kompetenzen. Dazu zählen beispielsweise das Verständnis technischer Systeme, der Erwerb von Problemlösefähigkeiten sowie die Fähigkeit zur kritischen Reflexion technologischer Entwicklungen im Alltag (Schlagenhofer & Wiesmüller 2019). Technologien wie Robotik, künstliche Intelligenz und Sensortechnik prägen unseren Alltag zunehmend und werden dies in Zukunft noch intensiver tun. Schäffer und Mammes (2014) betonen, dass Allgemeinbildung auf solche Technologien ausgerichtet werden sollte, um Schüler:innen auf die Herausforderungen und Chancen der technisierten Gesellschaft vorzubereiten.

Im Folgenden werden die Vorstellungen von Lernenden zu Robotern und roboterähnlichen Maschinen untersucht und dargestellt. Ziel ist es, zukünftig an die Vorerfahrungen der Schüler:innen anzuknüpfen, um ihnen eine fundierte Auseinandersetzung mit Technik zu ermöglichen. Dabei sollen Lernende angeregt werden, eigene Einstellungen zu erkennen, kritisch zu reflektieren und eine differenzierte Perspektive zu entwickeln. Die Bildungsrelevanz ergibt sich demnach aus einem allgemeinbildenden Inhalt, der aus der Lebenswelt der Lernenden kommt und somit auch aus ihrer Fähigkeit, grundlegende Kompetenzen für das 21. Jahrhundert zu fördern. Ein praxisnaher Zugang zu MINT-Themen, die in einer digitalisierten Welt von zentraler Bedeutung sind, kann durch Robotik ermöglicht werden und darüber hinaus analytisches Denken, Problemlösungsfähigkeiten und die Fähigkeit, komplexe Systeme zu verstehen, gestärkt werden.

¹ Die Frage der Begriffsbestimmung, ob all diese technischen Geräte die wissenschaftliche Definition eines Roboters überhaupt erfüllen, wird später diskutiert. Bis dahin wird der Begriff *Roboter* so verwendet, wie er in der Alltagssprache Verwendung findet.

2 Theoretischer Hintergrund

Beginnend mit einer einführenden Klärung der wesentlichen theoretischen Grundlagen zur oben aufgeführten Thematik *Roboter* bzw. *roboterähnliche Maschinen* erfolgt eine Auseinandersetzung mit dem Konzept der *Lernendenvorstellungen*.

2.1 Roboter und roboterähnliche Maschinen

Der Begriff *Roboter* kann sehr weit gefasst werden. Den Ursprung des Wortes *Roboter* findet man in den slawischen Sprachen als *robota*, was mit *Arbeit* ins Deutsche übersetzt werden kann.

Verschiedene Organisationen und Expert:innen haben diverse Definitionen entwickelt, die jeweils spezifische Aspekte der Technologie in den Fokus rücken. Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) beschreibt Industrieroboter als universell einsetzbare, programmierbare Bewegungsautomaten mit mehreren Achsen, die für Handhabungs- oder Fertigungsaufgaben genutzt werden können (Stark 2022, S. 5). Das Robot Institute of America (RIA) definiert Roboter als programmierbare, multifunktionale Manipulatoren, die Materialien und Werkzeuge durch programmierte Bewegungen transportieren und bearbeiten können (Oubbati 2009, S. 6). Giralt fügt 2008 den Aspekt der Intelligenz hinzu und beschreibt Roboter als Maschinen, die Erkenntnisse verarbeiten und Handlungen darauf basierend steuern können (Giralt 2008, zitiert nach Stuber 2018, S. 455). Die International Federation of Robotics (IFR) orientiert sich an der Definition der ISO, nach der Roboter universell einsetzbare und programmierbare Systeme für industrielle Anwendungen sind, die sowohl stationär als auch mobil betrieben werden können (ISO 8373: 2021).

Gemeinsamkeiten in den Definitionen, der Fachverbände sowie der Ebene der didaktischen Wissensvermittlung, liegen in der Reprogrammierbarkeit und Multifunktionalität. Die Betonung liegt jeweils auf der Fähigkeit zur Ausführung programmierter Bewegungen. Während frühere Definitionen vor allem mechanische Aspekte und den Materialtransport hervorheben, rückt bei Giralt (2008) die intelligente Verarbeitung von Informationen in den Vordergrund. Insgesamt zeigt sich, dass es bislang keine allgemeingültige Definition gibt, was die Abgrenzung dieser Technologie von anderen Systemen erschwert. Für die spätere Entwicklung der Kategorien fanden daher unterschiedliche Standardwerke Berücksichtigung, um fachwissenschaftliche Definitionen systematisch einfließen zu lassen (z. B. Maier 2022; Mareczek 2020).

Vor dem oben beschriebenen Hintergrund erweitert Infineon (2018) die Diskussion, indem Robotik als ein interdisziplinäres Feld definiert wird, das sich mit dem Design, der Konstruktion und dem Einsatz von Robotern beschäftigt, die über Sensoren, Aktoren und Informationsverarbeitung mit der physischen Welt interagieren. Diese technische Definition wird durch Spöttel und Windelband (2019, S. XI) ergänzt, die McKinsey (2017) zitieren und betonen, dass Technologien wie Robotik und Künstliche Intelligenz nicht nur für die industrielle Produktion, sondern für alle Lebensbereiche entwickelt wurden und tiefgreifende Veränderungen in unserem täglichen Leben und in den globalen gesellschaftlichen Strukturen bewirken. Sie unterstreichen, dass ohne Ausnahme alle Länder der Erde betroffen sind. Dabei wird durch das Beispiel des Staubsaugroboters *Roomba* gezeigt, dass der finanzielle Antrieb für die Entwicklung oft aus der Industrie oder dem Militär kommt, während private Anwendungen als Nebenprodukte entstehen (Swearing 2018).

Diese Betrachtungen technischer und gesellschaftlicher Entwicklungen lassen sich durch weitere Perspektiven ergänzen. Hartmann et al. (2019) verweisen darauf, dass die neue Generation von Maschinen und Robotern durch eine erhöhte Intelligenz, Sensibilität und Anpassungsfähigkeit gekennzeichnet ist, was zur Entwicklung intelligenterer und autonomer Roboter sowie zu einer vereinfachten Bedienung komplexer technischer Systeme führt. Parallel dazu sprechen Jeske und

Terstegen (2019) von einer gezielten Aufteilung von Aufgaben zwischen Mensch und Roboter, um die jeweiligen Stärken zu nutzen und eine effektive organisatorische Unterstützung zu bieten.

Diese verschiedenen Perspektiven aus der Fachliteratur verdeutlichen gemeinsame Auffassungen zur interdisziplinären Natur der Robotik. Sie betonen die Integration von Sensortechnik und Informationsverarbeitung und identifizieren einen klaren Trend in Richtung Anpassungsfähigkeit und Autonomie von Robotern. Während Hartmann et al. (2019) und McKinsey (2017) die gesellschaftlichen Auswirkungen und die Benutzerfreundlichkeit der Roboter hervorheben, fokussiert Infineon (2018) die technischen Aspekte. Jeske und Terstegen (2019) konzentrieren sich hingegen auf die Zusammenarbeit zwischen Mensch(en) und Roboter.

In diesem Kontext definieren Hagedorn, Sell-Le Bland und Fleischer (2016) Automatisierung als den Einsatz von Maschinen und elektronischen Systemen zur Ausführung aller Operationen in der Fertigung, einschließlich Bearbeitung, Steuerung, Werkzeughandhabung und Qualitätsüberwachung. Nach DIN72 bedeutet Automatisierung, dass eine Einrichtung so ausgestattet ist, dass sie ganz oder teilweise ohne menschliche Mitwirkung bestimmungsgemäß arbeitet. Während Robotik als ein Teilbereich der Automatisierung angesehen werden kann, bezieht sich Automatisierung auf einen breiteren Einsatz von Technologie zur Vereinfachung und Effizienzsteigerung von Prozessen. Robotik konzentriert sich auf die Entwicklung und Anwendung von Robotern zur Ausführung spezifischer, komplexer Aufgaben (Arnautovic, Habegger & Haller 2021; Wirtz 2024).

Insgesamt zeigt der Diskurs, dass Robotik und Automatisierung eng miteinander verknüpft sind, wobei die Robotik als spezialisierterer Bereich innerhalb des umfassenderen Feldes der Automatisierung fungiert. Beide Disziplinen streben danach, durch technologische Fortschritte Effizienz und Effektivität in verschiedenen Anwendungen zu verbessern, sei es in der Industrie, im täglichen Leben oder in gesellschaftlichen Strukturen.

So wird deutlich, dass es für die Entwicklung eines einheitlichen Verständnisses der Technologie unerlässlich ist, klare und konsistente Definitionen zu vermitteln. Zudem zeigt die enge Verbindung von Robotik und Automatisierung, dass Lernende durch die Vielzahl an Definitionsansätzen und deren unterschiedlichen Anwendungskontexten in ihrer Auseinandersetzung mit der Materie herausgefordert werden.

Die verschiedenen Definitionen der Robotik – von den technischen Erklärungen des VDI und RIA bis zu den gesellschaftlichen Ansätzen von Infineon und McKinsey – sowie die enge Verbindung zur Automatisierung heben die Vielseitigkeit und Komplexität der Technologie hervor. Für Lernende kann diese Vielfalt zu Verständnisschwierigkeiten führen, da sie oft mit verschiedenen Aspekten konfrontiert werden, die jeweils unterschiedliche Perspektiven und Anwendungen betonen.

2.2 Lernendenvorstellungen

Innerhalb der Fachliteratur werden in den verschiedenen Disziplinen diverse Begriffe geprägt, wie *Schülervorstellungen*, *Präkonzepte*, *Fehlvorstellungen*, denen gemeinsam ist, dass Schüler:innen Vorstellungen zu Fachinhalten aus dem Alltag mitbringen (Schecker et al. 2018, Moritz & Goreth 2024). Während sich *Fehlvorstellungen* (*misconceptions*) mehr an Defiziten orientieren, betrachtet der Begriff *Schülervorstellung* die Ansichten und Annahmen der Kinder und Jugendlichen neutral und wertet diese nicht.

Barke (2006) beschreibt bspw. Schülervorstellungen auch als alltags- oder lebensweltliche Vorstellungen bzw. als vorwissenschaftlich. Zu alltagsweltlichen *Präkonzepten* zählt er Vorstellungen von Schüler:innen im fortgeschrittenen Unterricht, die nicht mehr nur ursprünglich, sondern auch durch den Unterricht geprägt sind.

Der Begriff *Lernendenvorstellungen* beschränkt die Vorstellungen nicht auf Schüler:innen, sondern bezieht alle Lernenden mit ein. Lernendenvorstellungen bezeichnen die intraindividuellen Ansichten, Annahmen und Konzepte, die Lernende aus ihrer Lebenswelt in den Bildungsprozess einbringen. Lernendenvorstellungen umfassen somit alle Lernenden, unabhängig von Alter oder Bildungskontext, und können sowohl Lernprozesse erleichtern als auch durch Missverständnisse Lernschwierigkeiten hervorrufen. Lernschwierigkeiten entstehen dabei insbesondere dann, wenn die bestehenden Vorstellungen der Lernenden im Widerspruch zu den angestrebten wissenschaftlichen Aussagesystemen stehen (Nepper & Gschwendtner, 2020). Solche individuellen Konflikte können zu Blockaden im Lernprozess führen, wenn sie nicht angemessen erkannt und aufgegriffen werden. Umgekehrt kann die gezielte Auseinandersetzung mit Lernendenvorstellungen dazu beitragen, solche Hürden zu überwinden und effektive Lernfortschritte zu ermöglichen (Zinn, 2013).

Für die eigene Arbeit wird daher der oben beschriebene Begriff der *Lernendenvorstellungen* genutzt, weil dieser in der aktuellen fachwissenschaftlichen Literatur Anwendung findet und die Perspektive eröffnet, sowohl die Vorstellungen der Schüler:innen als auch die der Lehrenden zu berücksichtigen. Sie bieten eine Basis für den Aufbau wissenschaftlicher Aussagesysteme und sind damit zentrale Ausgangspunkte für die Gestaltung effektiver Lernumgebungen. Diese lassen sich auf unterschiedliche Weise erfassen. Während die Mehrheit der Forschenden sowie Lehrpersonen häufig auf Zeichnungen oder Unterrichtsgespräche (bzw. Interviews) zurückgreift, stehen darüber hinaus weitere Instrumente zur Verfügung – etwa Brainstorming (z.B. mit Mentimeter), Multiple-Choice-Aufgaben (z.B. mit Plickers) oder Concept-Mapping. In der Unterrichtspraxis sollte dabei überlegt werden, ob ein Gesamtüberblick über die Lerngruppe oder gezielt individuelle Perspektiven gewonnen werden sollen. Für wissenschaftliche Erhebungen stellt sich die Frage, in welchem Maße das gewählte Instrument Informationen vorstrukturiert. In beiden Kontexten kann daher der Einsatz einer Kombination verschiedener Erhebungsinstrumente sinnvoll sein (Moritz & Goreth 2024).

Um vor allem die heranwachsende Generation auf eine Welt voller sich stets weiterentwickelnder Technologien, wie oben aufgezeigt, vorzubereiten, sehen Gropengießer und Marohn (2018) die Identifikation von Lernendenvorstellungen als großes Potenzial im Hinblick auf gelungene Lernprozesse. Ein Mehrwert im Identifizieren von Lernendenvorstellungen kann vor allem in den naturwissenschaftlich-technischen Fächern wahrgenommen werden. Gropengießer und Marohn (2018) wählen in ihrer Arbeit den Ansatz des *Conceptual Change* mit dem Ziel, alternative Vorstellungen von Schüler:innen durch wissenschaftlich fundierte Konzepte zu ersetzen. Insbesondere in naturwissenschaftlichen Fächern zeigen sich oft vorgeprägte Vorstellungen, die durch gezielte didaktische Methoden nachhaltig verändert werden können, was zu einem vertieften Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte führt. Durch das konkrete Ansprechen und Anpassen von Lernendenvorstellungen wird eine Grundlage geschaffen, die es den Lernenden ermöglicht, wissenschaftliche Denkweisen zu entwickeln und komplexe Konzepte besser zu verstehen. Schon Grundschulkinder haben eigene Konzepte zu naturwissenschaftlich-technischen Phänomenen, obwohl diese noch kein Unterrichtsgegenstand waren (bspw. Löffler 1991; Möller, Kleickmann & Sodian 2014; Schönknecht & Maier 2012; Schwelle et al. 2013) und das domänenspezifische Vorwissen als ein wesentlicher Faktor für die Leistung in Testsituationen identifiziert wurde (Jonen, Möller & Hardy 2003; Möller 2018). „Es ist zweifellos auf den Einfluss überdurchschnittlichen

Vorwissens zurückzuführen, dass schon die jüngsten Experten Gedächtnisleistungen zeigten, die nach den verfügbaren Literaturbefunden für Kinder dieser Altersstufe eigentlich ungewöhnlich sind“ (Schneider 2001, S. 197). Solche Lernendenvorstellungen entstehen nicht einfach so. Sie sind das Ergebnis von Erfahrungen, die verwendet werden, um unbekannte Situationen in der Gegenwart und Zukunft besser lösen zu können. Sie orientieren sich dabei an dem, was die höchste Schnittmenge mit vorherigen Erfahrungen hatte (Stein 2016)

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass Vorwissen und Präkonzepte zwar beide als kognitive Vorerfahrungen in Lernprozesse einfließen, jedoch nicht synonym verwendet werden dürfen. Während Vorwissen allgemeiner gefasst ist und sowohl korrektes als auch inkorrektes Wissen umfasst, beziehen sich Präkonzepte spezifisch auf vorwissenschaftliche, häufig aus Alltagserfahrungen abgeleitete Vorstellungen, die in Widerspruch zu wissenschaftlich gesichertem Wissen stehen können.

Folgend werden Erkenntnisse zu Lernendenvorstellungen innerhalb der Technischen Bildung diskutiert und daraufhin das eigene Forschungsdesign abgeleitet.

3 Forschungsstand & Forschungsdesign

Mammes, Adenstedt und Gooß (2020) beschreiben, dass Grundschulkinder nicht selten den Roboter bzw. roboterähnliche Maschinen in eine Verbindung mit Technik bringen. Dies scheint auf den ersten Blick sehr erfreulich, da der Roboter in immer mehr Bereiche der Arbeitswelt integriert wird, jedoch ist der entscheidende Punkt, ob auch Wissen über Roboter und diverse roboterähnliche Maschinen bei Kindern und Jugendlichen gegeben sei oder ob es sich doch lediglich auf die Assoziation von Roboter und Technik begrenze. Darüber hinaus ist es fraglich, welches Konzept oder welche Konzepte die Kinder mit der Assoziation *Roboter* verbinden.

3.1 Aktueller Forschungsstand & Forschungsfrage

Während innerhalb der benachbarten Domänen der Physikdidaktik zahlreiche Studien (bspw. Schecker et al. 2018; Schecker & Duit 2018; Haagen-Schützenhöfer & Hopf 2018; Fischler & Schecker 2018; Gropengießer & Marohn 2018; Wilhelm & Heuer 2005; Wilhelm & Henninger 2012) zu Lernendenvorstellungen existieren und auch im Bereich der Chemiedidaktik bereits einige Studien durchgeführt wurden (bspw. Eghtessad & Goreth 2022; Krumphals, Plotz & Haagen-Schützenhöfer 2020; Schrader & Bolte 2018; Peetz & Pietzner 2017; Sumfleth, Ploschke & Geisler 1999), ist dies für die Technikdidaktik bislang eher fragmentarisch erforscht worden (für einen ersten Überblick: siehe Tab. 1).

Tab. 1: Studien zu Lernendenvorstellungen im Bereich Technik

Studie	Thema	Studiendesign	Stichprobe	Bildungsstufe	(ausgewählte) Ergebnisse
Yeh et al. 2019	Technologiegestütztes naturwissenschaftliches Lernen	Zeichnungen zum Thema Vorstellungen vom technologiegestützten Lernen in realen und	$N = 335$	High school	Unterschiede zwischen Vorstellungen im realen und idealen Kontext Zusammenhänge mit Computererfahrung und Selbstwirksamkeitsempfinden im

		idealen Kontexten			naturwissenschaftlichen Lernen
Fromm 2020	Roboterdarstellungen in Kinder- und Jugendfilmen	Fragebogen	$N = 114$	Primarstufe	Bekanntheit des humanoiden Roboter-Duos C3PO und R2D2 aus Star Wars oder 7723 aus dem Film <i>Next Gen – Das Mädchen und ihr Roboter</i> bei Grundschulkindern
Mammes, Adenstedt & Gooß 2020	allgemeines Technikverständnis	Bilderfragebogen zum Zuordnen von Gegenständen	$N = 114$	Primarstufe	elektrische Geräte sind technische Objekte, Hammer und Nagel nicht Schwierigkeiten bei der Klassifikation von mechanischen Objekten als Technik
Nepper & Gschwendt 2020	Fahrradgetriebe, Kohlekraftwerke	qualitatives, audiographiertes Leitfadeninterview im Querschnitt	$N = 42$ $N = 18$	Sekundarstufe Tertiär (Lehrkräfte)	Schwierigkeiten beim Verständnis von Funktionsprinzipien des Fahrradgetriebes und von Energieumwandlungsprozessen ähnliche fachwissenschaftlich unvollständige Vorstellungen wie Schüler:innen
Fletcher & Kleinteich 2021	Wasserkraftwerk/Energieumwandlungsprozesse	Auswahl und Anordnung von Karten mit Abbildungen zu Teilsystemen eines Wasserkraftwerkes (Strukturlegetechnik)	$N = 206$	Primarstufe	stoffliche Interpretation von Energie naive Vorstellungen zu elektrotechnischen Bestandteilen Schwierigkeiten bei Vorstellungen von Energieumwandlungsprozessen
Schmitt & Fellensiek 2021	erneuerbare Energien (Windenergie)	Interventionsstudie (Prä-Post) mittels Fragebogen und Unterrichtsreihe	$N = 21$	Primarstufe	erneuerbare Energie ist eine <i>neue Art von Energie</i> Schwierigkeiten bei Vorstellungen von Energieumwandlungsprozessen Zweck von Windkraftanlagen ist Winderzeugung
Wolf & Nepper 2021	Bauen & Wohnen	schriftlicher Vignettest im offenen Antwortformat	$N = 319$	Sekundarstufe	Schwierigkeiten bei Vorstellung zum Wärmekonzept Prinzip der Wärmedämmung nur teilweise vorhanden

Nepper et al. 2021	Roboter und roboterähnliche Maschinen Textile Wertschöpfungskette	Zeichnungen	$N > 1000$ $N = 33$	Primarstufe/Sekundarstufe Sekundarstufe	Roboter sind autonome Wesen Roboter wollen dem Menschen helfen romantische Vorstellungen der textilen Wertschöpfungskette
Hamade 2022	Roboter	Interview	$N = 13$	Sekundarstufe	Vorstellung des Roboters als autonomes, intelligentes und sprechendes System Schwierigkeiten beim Unterscheiden zwischen Robotern und technischen Artefakten
Münzer, Kreinsen & Schulz 2023	Künstliche Intelligenz	leitfadengestütztes Interview mit Lehrenden zu Schüler:innenvorstellungen	$N = 8$	Tertiär (Lehrkräfte)	Vorstellung der KI als ein räumlich abgeschlossenes System KI als <i>schlaues Programm</i> und mit besonderen Fähigkeiten

Inhaltsbereiche wie das allgemeine Technikverständnis von Grundschulkindern (Mammes, Adenstedt & Gooß 2020), die Funktionsweise von Windrädern (Schmitt & Fellensiek 2021), sowie Vorstellungen von Grundschulkindern zu Energieumwandlungsprozessen (Fletcher & Kleinteich 2021) wurden bereits beforscht. Nepper und Gschwendter (2020) befassten sich mit Vorstellungen zum Fahrradgetriebe und dem Kohlekraftwerk, Wolf und Nepper (2021) mit Vorstellungen zum Bauen und Wohnen.

Lediglich Fromm (2020), Hamade (2022) sowie Nepper et al. (2021) widmeten sich ersten Lernendenvorstellungen zu Robotern bzw. roboterähnlichen Maschinen.

Die Untersuchung von Fromm (2020) nimmt die filmische Darstellung von Robotern in den Fokus und zeigt, dass humanoide Roboter wie C-3PO und R2D2 aus *Star Wars* sowie 7723 aus *Next Gen* bereits bei vielen Grundschulkindern bekannt sind. Diese filmischen Charaktere scheinen nicht nur in der Wahrnehmung von Kindern präsent, sondern könnten auch deren Vorstellungen von Robotern prägen. Fromm verweist darauf, dass solche medialen Darstellungen die Vorstellungen von Robotik beeinflussen und dabei möglicherweise stereotype oder idealisierte Konzepte von Robotern hervorrufen. Dies deutet u.a. darauf hin, dass visuelle Repräsentationen in den Medien eine wichtige Rolle in der Entwicklung von Lernendenvorstellungen spielen können.

Hamade (2022) erweitert diesen Fokus und untersucht, wie Schüler:innen Roboter als technische Systeme wahrnehmen. Die Ergebnisse zeigen, dass Roboter häufig als autonome, intelligente und sprechende Systeme interpretiert werden. Gleichzeitig verdeutlicht die Studie, dass Lernende Schwierigkeiten haben, Roboter klar von anderen technischen Artefakten zu unterscheiden. Dies legt nahe, dass grundlegende technische Prinzipien und Funktionsweisen von Robotern für Schüler:innen weniger greifbar sind, was möglicherweise auf mangelnde Vorerfahrungen oder eine unzureichende Didaktisierung in schulischen Kontexten zurückzuführen ist.

Die Arbeit von Nepper et al. (2021) vertieft den Blick auf die Vorstellungen von Kindern und Jugendlichen, indem sie u.a. deren Konzeptualisierungen von Robotern als autonome Wesen analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass Roboter häufig als auf den Menschen ausgerichtete Unterstützungswesen wahrgenommen werden. Diese Wahrnehmung könnte darauf hindeuten, dass Kinder und Jugendliche Robotik vor allem in einem sozialen Kontext verorten, wobei Aspekte wie Interaktivität und Hilfsbereitschaft im Vordergrund stehen. Die Autor:innen heben hervor, dass diese Vorstellungen vermutlich von Alltagsbegegnungen mit Technik sowie medialen Einflüssen geprägt werden.

Neben den im deutschsprachigen Raum durchgeführten Studien existieren auch internationale Untersuchungen, die sich mit dem Einsatz von Robotik in Bildungskontexten befassen. So zeigt die Studie von Ahmad et al. (2018), dass Robotik in Malaysia gezielt zur Integration von Nachhaltigkeitsthemen in den MINT-Unterricht eingesetzt wurde. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass der Robotikeinsatz Lernende zur kreativen Problemlösung anregen und ihr Bewusstsein für technologische und gesellschaftliche Herausforderungen schärfen kann. Allerdings liegt der Schwerpunkt solcher Studien stärker auf Kompetenzförderung als auf der Analyse individueller Vorstellungen – was die Notwendigkeit ergänzt, ein tieferes Verständnis von Lernendenvorstellungen im Kontext der Technikdidaktik zu entwickeln.

Die angeführten Studien verdeutlichen, dass die Lernendenvorstellungen zu Robotern durchaus facettenreich sind und mit verschiedenen medialen, kulturellen und pädagogischen Einflüssen einher gehen. Allerdings sind die bisherigen Erkenntnisse fragmentarisch und beleuchten nur ausgewählte Aspekte, was die weitere Notwendigkeit einer umfassenderen Untersuchung in diesem Bereich unterstreicht. Für die eigene Arbeit wird daher auf eine Kombination aus erhobenen Zeichnungen und ergänzenden Interviews zurückgegriffen, wenngleich kein Anspruch auf ganzheitliche Ergebnisse erhoben werden darf. Vor diesem Hintergrund und auf Basis der bisher vorliegenden Studien, ergibt sich die folgende zentrale Fragestellung:

Welche Vorstellungen zu Robotern bzw. roboterähnlichen Maschinen existieren bei Kindern und Jugendlichen?

Ziel ist es dabei, grundlegende mentale Modelle und Konzepte zu erheben, die Kinder und Jugendliche im Hinblick auf Roboter und roboterähnliche Maschinen entwickeln, wobei der Fokus auf ursprünglichen, durch mediale, gesellschaftliche und alltägliche Einflüsse geprägten Vorstellungen liegt, bevor diese durch Bildung, technikbezogenen Unterricht bzw. außerschulische Einflüsse (z.B. Elternhaus) verändert werden.

Um darüber hinaus einen tieferen Einblick in die Vorstellungen der Kinder und Jugendlichen gewährleisten zu können, wird die Forschungsfrage weiter konkretisiert. Es wurde sich darauf geeinigt, dass aufgrund der Befragungsdauer nicht ethische Aspekte und einer Historie von Robotern eingegangen werden soll (siehe Tab. 2).

Tab. 2: Forschungsfragen (detailliert)

FF1	Worin sehen Kinder und Jugendliche die Begründung für die Existenz von Roboter bzw. roboterähnlichen Maschinen?
FF2	Welche Funktionsweise schreiben Kinder und Jugendliche Robotern bzw. roboterähnlichen Maschinen zu (eigener Wille)?
FF3	Welche Bestandteile schreiben Kinder und Jugendliche Robotern bzw. roboterähnlichen Maschinen zu?
FF4	Welche Berührungspunkte hinsichtlich Roboter und roboterähnlichen Maschinen können bei Kindern und Jugendlichen identifiziert werden?

3.2 Forschungsdesign

Flick, von Kardorff und Steinke (2013, S. 14) streben für die qualitative Forschung eine Beschreibung der Lebenswelten aus der Sicht der handelnden Menschen an, um so Deutungsmuster, Strukturmerkmale und Abläufe darzustellen. Die Kombination aus Zeichnung und leitfadengestützten Interviews ermöglicht die visuelle Repräsentation von Konzepten sowie verbale Einsichten in die Vorstellungen von Lernenden.

Jede Befragung ist eine soziale Situation und damit verbunden mit dem/r Befragten, der Umgebung und dem/r Interviewenden. In Leitfadengesprächen besteht das Wesentliche darin, zentrale Fragen zu einem richtigen Zeitpunkt zur Diskussion zu stellen (Atteslander 2010). Für das eigene Vorgehen und der angestrebten Zielgruppe wurde daher eine Kombination aus Zeichnungen und einem leitfadengestützten Teil gewählt. Während Zeichnungen vor allem konkrete und greifbare Ideen abbilden, dienen Interviews dazu, abstrakte oder technische Aspekte wie die Funktionsweise von Robotern oder deren gesellschaftliche Rolle näher zu beleuchten und so die Forschungsfragen umfassend zu erfassen. Darüber hinaus bietet das Gespräch über die eigene Zeichnung eines Kindes, die Möglichkeit einen sozialen Zugang zu schaffen und somit im Sinne eines Icebreakers zu fungieren. Die Befragungen sind Momentaufnahmen (Zustand- und Prozessanalyse zum Zeitpunkt der Forschung) und reihen sich somit in einen großen Teil der qualitativen Forschung ein.

Durchgeführt wurde die Studie in Tirol (Österreich) mit 73 Kindern und Jugendlichen im Alter zwischen fünf und 15 Jahren ($M = 8.97$, $SD = 2.23$), darunter 41 Jungen, 31 Mädchen und eine Person, die keine Angabe zu ihrem Geschlecht machte. Die Interviewleitfäden wurden in einem Expertenteam ($N = 4$) an unterschiedlichen Hochschulstandorten unter Einbezug von Studierenden des Studienfaches *Technik & Design* an der Pädagogischen Hochschule Tirol im Sommersemester 2020 entwickelt. Aufgrund von begrenzten Möglichkeiten bedingt durch die anhaltende Coronapandemie wurden die Befragungen ferner mit den Kindern und Jugendlichen im privaten Kontext durchgeführt und stammen somit meist aus deren privaten Umfeld. Im Anschluss an die Roboterzeichnung wurde mit den Kindern und Jugendlichen im Rahmen der Interviewfragen die *Funktionsweise eines Roboters*, die *Bestandteile*, die *Materialien*, der *Grund für die Existenz eines Roboters*, die *Einsatzfelder* und die *Bekanntheit* erörtert. Die Auswertung der Daten erfolgte mittels eines Kodierleitfadens und eines Manuals.

Zunächst wurden die Zeichnungen codiert und die äußeren Merkmale entsprechenden Kategorien zugeordnet. Der Großteil der Codes entfiel auf die Kategorie *Bestandteile*, während einige Codes auch der Kategorie *Wirk- und Funktionsprinzip* zugeordnet wurden (z.B. wurden Rollen an den Füßen der Unterkategorie *(Fort)-Bewegung* zugeordnet). Deduktive Kategorien wurden aus

einer Vorarbeit herangezogen (bspw. *Bestandteile*) und mit induktiven Kategorien (bspw. *Einsatzfelder*) ergänzt. Die aus der Literatur abgeleiteten deduktiven Kategorien wurden aus der Systematik zur Klassifizierung von Roboterzeichnungen oder roboterähnlichen Maschinen nach Nepper et al. (2021) entnommen. Bei der Kategorisierung der Bestandteile wurden diese teilweise geringfügig aus der Sichtung der Daten adaptiert. Nepper et al. ordnen Zeichnungen mit überwiegend menschenähnlichen Merkmalen, wie Armen, Beinen oder einem Kopf, der Kategorie *humanoider Roboter* zu, während *funktionale Roboter* durch zahlreiche technische Details gekennzeichnet sind und nur wenige oder keine menschlichen Eigenschaften aufweisen. Diese *funktionalen Roboter* zeigen oft Merkmale wie Kettenlaufwerke oder Rollen. *Industrieroboter* hingegen bestehen lediglich aus Gliedern, Roboterarmen, Werkzeugen und anderen nicht-menschlichen Komponenten und weisen keinerlei humanoide Merkmale auf.

Das Kodieren der Interviews erfolgte inhaltsanalytisch in mehreren Schritten. Wie Flick (1995) beschreibt, wurden auch im Falle des Kodierleitfadens (Tab. 3) die Daten erstmals segmentiert und aufschlussreiche Passagen wurden mit Codes versehen. Diese Codes wurden in einem nächsten Schritt gruppiert und kategorisiert, danach axial kodiert. Dabei wurden die Kategorien des offenen Kodierens differenziert und es wurde eine Auswahl getroffen, die die aufschlussreichsten Codes darstellten. Der Großteil der Kategorien ging aus den Antworten auf die Leitfragen hervor, andere Kategorien etablierten sich nach mehrfach getätigten Aussagen der interviewten Kinder und Jugendlichen (bspw. Eigenschaften von Robotern). Anschließend wurden die Häufigkeiten quantitativ erfasst.

Zur Veranschaulichung des Kodiervorgangs folgt ein Beispiel: Wenn Kinder oder Jugendliche nach dem Wirk- und Funktionsprinzip eines Roboters gefragt wurden und antworteten mit Aussagen wie „der Roboter kann gehen“, „er läuft“ oder „er fährt auf Rollen“, wurden diese Passagen zunächst codiert und anschließend der Kategorie *Wirk- und Funktionsprinzip* sowie der Unterkategorie *Fortbewegung* zugeordnet. Nach demselben Prinzip wurden auch die übrigen Aussagen eingeordnet, deren Vielfalt allerdings eine übersichtliche Darstellung in der Tabelle erschwert hätte. Daher wurden in Tab. 3 nur Kategorien und die dazugehörigen Unterkategorien aufgeführt. Eine vollständige Übersicht des Kategoriensystems kann bei Interesse gerne zur Einsicht zur Verfügung gestellt werden.

Im Folgenden wird der Kodierleitfaden mit den Kategorien angeführt (siehe Tab. 3).

Tab. 3: Kodierleitfaden

	<i>Menschenähnlich</i>	Kopf	Arme	Beine	Augen	Herz
Bestandteile	<i>Nicht-menschenähnlich</i>	Antenne	Monitor	Kabel	Motor	Greifer
Wirk- und Funktionsprinzip	(Fort-)Bewegung	Anzeige	Kommunikation		Energiequelle	
Materialien	Kunststoff	Metall	Leder	Karton		
Einsatzfelder	Industrie	Haushalt	Forschung	Unterhaltung	Dienstleistung	

Regionen	Weltweit	Weltall	Asien	Zuhause
Roboter aus	TV/Serie	PC/Spiele	Film	
Begründung für Existenz	Hilfestellung für den Menschen	Zeitfaktor		
Eigenschaften von Robotern	Fähigkeiten eines Menschen	Superkräfte	kämpfen	

Zusammenhang zu den Forschungsfragen (FF)

FF1 untersucht, welche Gründe Kinder und Jugendliche für die Entwicklung und den Einsatz von Robotern erkennen. Die zugeordneten Kategorien wie Hilfestellung für den Menschen und Zeitfaktor spiegeln dabei zentrale Nutzungsmotive wider. Die Forschung kann so aufzeigen, wie Kinder und Jugendliche den Nutzen von Robotern wahrnehmen und welche Bedürfnisse sie damit verknüpfen.

FF2 untersucht, ob Kinder und Jugendliche Robotern Funktionen wie Autonomie oder spezifische Aufgaben zuschreiben. Durch die Kategorien (Fort-)Bewegung, Anzeige, Kommunikation und Energiequelle lässt sich nachvollziehen, ob sie die technischen Aspekte von Robotern verstehen oder ob sie ihnen sogar menschenähnliche Eigenschaften zuschreiben (z. B. einen eigenen Willen).

FF3 untersucht, wie Kinder und Jugendliche die physische Erscheinung von Robotern wahrnehmen. Die Unterscheidung in menschenähnliche (z. B. Kopf, Arme) und nicht-menschenähnliche (z. B. Antenne, Kabel) Bestandteile zeigt, ob sie Roboter als humanoid oder rein funktional interpretieren.

FF4 untersucht die Wahrnehmung von Kindern und Jugendlichen zu Robotern mit konkreten Erfahrungen und Begegnungen. Die Kategorien (z. B. Bestandteile, Funktionsweise, Materialien, Einsatzfelder) helfen dabei, die Vielfalt der Berührungspunkte zu erfassen.

Die Erhebungen erstrecken sich im deutschsprachigen Raum um Innsbruck und dauerten gemittelt ungefähr 10 Minuten, wobei sich diese Zeitangabe ausschließlich auf die leitfadengestützten Interviews bezieht. Das Anfertigen der Zeichnung hat individuell unterschiedlich viel Zeit beansprucht. Alle Interviews wurden von einer Person transkribiert, ausgewertet und codiert. Für die Transkription der Interviews wurde die Methode *Talk in Qualitative Social Research (TIQ)* gewählt, die eine präzise Wiedergabe im jeweiligen Dialekt ermöglicht (Bohnsack 2010, S. 99-124). Zwei weitere Personen aus dem Arbeitsbereich kodierten zudem sieben zufällig gewählte Interviews (entspricht 10%). Cohens Kappa ergab $k = 0,71$, was einer beachtlichen substanziellen Übereinstimmung entspricht (Lombard, Snyder-Duch & Bracken 2002).

4 Ergebnisse

Nachfolgendes Zitat eines zehnjährigen Jungen zeigt die Wichtigkeit in der Auseinandersetzung mit Lernendenvorstellungen. Hierbei werden gleich mehrere Vorstellungen sichtbar:

„Warum gibt es Roboter?“

„Weil Mutter Natur sie erfunden hat.“

(I72, A18, männlich, 10 Jahre)

Ein umfassender Einblick in die Vorstellungswelten von Kindern und Jugendlichen zu Robotern und roboterähnlichen Maschinen soll vermittelt werden. Die Ergebnisse aus Kap. 4.1 sowie teilweise aus Kap. 4.2 basieren auf den Zeichnungen der Lernenden. Die Ergebnisse aus den Kap. 4.3 bis 4.8 sowie teilweise aus Kap. 4.2 stammen aus den leitfadengestützten Interviews. In der Darstellung der Ergebnisse erfolgt keine differenzierte Analyse von Alter und Geschlecht, da keine wesentlichen Unterschiede in Bezug auf diese Merkmale festgestellt werden konnten.

4.1 Bestandteile

Zur Identifikation der Bestandteile eines Roboters bzw. roboterähnlicher Maschinen eignen sich die Zeichnungen der Schüler:innen, die sie schon vor der Durchführung der Interviews angefertigt hatten. Als Einstieg der Interviews wurde die jeweilige Zeichnung besprochen und ggf. Rückfragen zum Gezeichneten gestellt. Im Ergebnis zeichneten die Befragten nahezu ausschließlich humanoide Roboter (humanoide Roboter: 96%, funktionale Roboter und Industrieroboter: 4%). Hier ein Auszug aus den Antworten der Befragten:

Im Film hob i gsehn, dass er aussieht wie a Mensch und a Gwond uh hod.

(I68, A12, männlich, 10 Jahre)

Da sein sogar welche, de schaun aus wie echte Menschen, so mit Haut und Hoa.

(I66, A14, männlich, 6 Jahre)

Ein Roboter kann auch keinen Kopf haben. Es gibt Maschinenroboter und die haben nur Arme. Zum Beispiel wo mein Papa arbeitet, in der Tischlerei, da haben sie auch so einen Roboter, der tut lackieren.

(I67, A56, männlich, 10 Jahre)

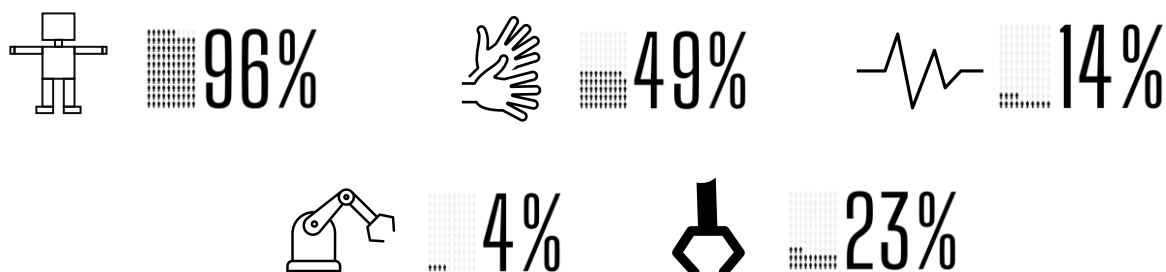
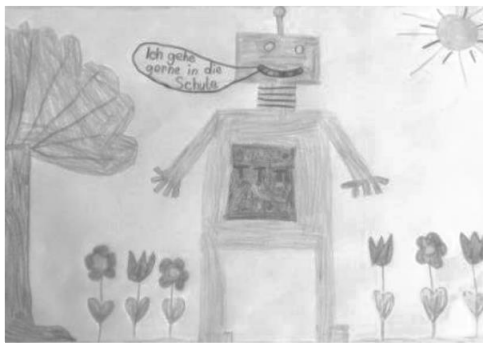
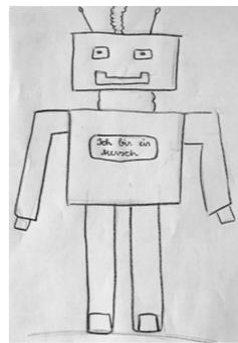


Abb. 1: Prozentuale Anteile der in den Zeichnungen dargestellten Roboterbestandteile
(Humanoider Roboter mit Kopf, Armen, Rumpf & Beinen; Menschenhände; EKG-Linie; Greifer – von links nach rechts)

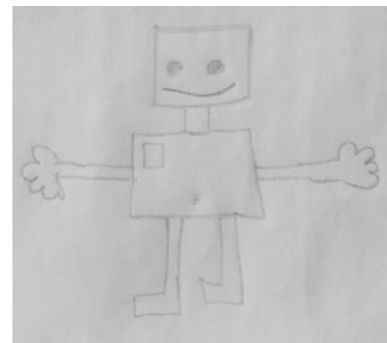
96% der befragten Kinder und Jugendlichen zeichnen einen humanoiden Roboter mit menschenähnlichen Beschreibungen. 70 von 73 Befragten visualisieren Roboter mit einem Körper, der einem Menschen ähnelt. Dabei stellen sie sich einen Roboter mit Kopf, zwei Armen, einem Rumpf und zwei Beinen vor. Sie skizzieren ein Gesicht (meist in viereckiger Form) mit Augen und Mund. Während 49% der Interviewten an die Handgelenke der Roboter Menschenhände setzen, zeigen 23% Greifer oder Ähnliches. Zwei Kinder illustrieren in ihren Zeichnungen Roboter mit einem Herz, während weitere zehn Personen (14%) anstelle des menschlichen Herzens einen Knopf bzw. eine EKG-Linie einfügen. Einer der gezeichneten Roboter trägt auf seiner Brust die Aufschrift *"Ich bin ein Mensch"*. Drei Exemplare sollen in Abb. 4 einen Einblick in die Roboterzeichnungen der großen Mehrheit von 96% bieten.



I65, weiblich, 9 Jahre



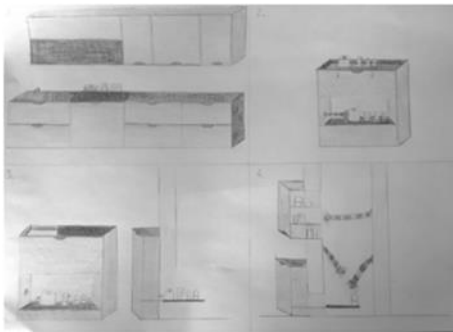
I2, weiblich, 8 Jahre



I54, männlich, 12 Jahre

Abb. 2: Roboterzeichnungen mit überwiegend humanoiden Details

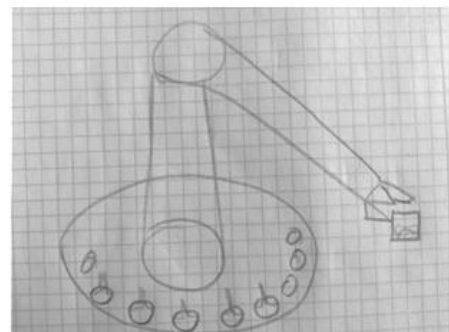
3 der 73 Interviewten zeichnen Roboter, die keinem humanoiden Roboter mit menschenähnlichen Beschreibungen entsprechen. Die Roboter zeigen lediglich Roboterarme, Glieder, Werkzeuge und Ähnliches. Die drei genannten Originalauszüge werden in Abb. 5 dargestellt.



I18, weiblich, 11 Jahre



I52, männlich, 5 Jahre



I27, männlich, 10 Jahre

Abb. 3: Roboterzeichnungen mit wenigen bzw. keinen humanoiden Details

4.2 Wirk- und Funktionsprinzip

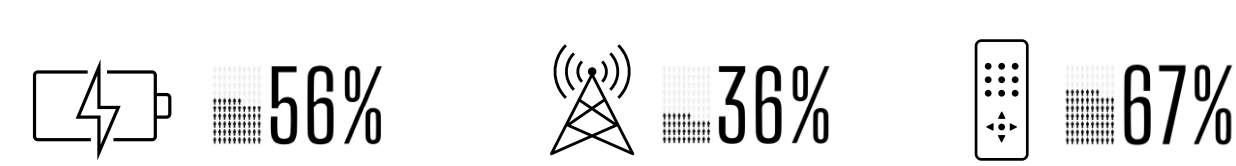


Abb. 4: Prozentuale Anteile der genannten Wirk- und Funktionsprinzipien
(Akkumulator, Sendemast/senden & empfangen, Fernsteuerung – von links nach rechts)

Werden Kinder und Jugendliche nach dem Funktionsprinzip eines Roboters gefragt, fällt auf, dass über die Hälfte der Befragten (56%) der Meinung sind, dass Roboter mittels einer Energiequelle funktionieren, während die übrigen Antworten der Schüler:innen wenig fachwissenschaftliche Vorstellung zur Energieversorgung aufweisen (bspw. Roboter brauchen etwas zum Trinken, benötigen Benzin).

Die Antworten umfassen Begrifflichkeiten wie *Batterie, Akku, Kabel, Elektrizität* und *Strom*. 36% der Interviewten erklären, dass ein Roboter kommunizieren kann, d.h. Signale empfangen und/oder Informationen senden kann, während 67% der Meinung sind, ein Roboter (mittels Knöpfe, Fernbedienungen, etc.) kann gesteuert werden und führt Befehle aus.

Bei meiner Lucy braucht man eine Batterie und bei einem echten Roboter braucht man so ein Laufwerk, dass wenn man ihn einschaltet, dass er sich dann bewegt und arbeitet. Ausschalten kannst du die Roboter mit einer Fernbedienung oder per Knopfdruck oder du sagst einfach „Sei still“, dann schalten sie sich ab.

(I59, A28, weiblich, 10 Jahre)

Mit Kabel. Man muss sie einstecken.

(I65, A46, weiblich, 6 Jahre)

Der rote Strich am Kopf ist eine Antenne, damit der Roboter die ganzen Funktionen ausführen kann.

(I45, A10, männlich, 7 Jahre)

Am Bauch hat der Roboter verschiedene Knöpfe und Kabel, weil da kann man ihn einschalten.

(I73, A12, männlich 7 Jahre)

4.3 Materialien



Abb. 5: Prozentuale Anteile der genannten Materialien
(Metallnägelsymbol, Kunststoffflasche – von links nach rechts)

Auf die Frage zur Materialität von Robotern bzw. roboterähnlichen Maschinen nennen 93% der Befragten Metall als vorkommendes Material und 22% Kunststoff. Eine Mehrfachnennung an Materialien ist möglich, weshalb es auch sein kann, dass in einem Interview sowohl Metall als auch Kunststoff oder andere Materialien vorkommen. Vereinzelt Kinder und Jugendliche schreiben dem Roboter zudem Materialien wie Leder, Karton, Glas oder Ton zu.

Aus Metall und Eisen. Also sie sind richtig schwer.

(I26, A26, weiblich, 8 Jahre)

Ähm, I glob us Plastik oda Metall, ähm jo, so kenn i se amol.

(I29, A19, männlich, 12 Jahre)

Mhm aus ganz harten Dingen. Mhm. Ton, Glas, Metall, Eisen, Stahl, Kupfer.

(I2, A35, weiblich, 8 Jahre)

4.4 Einsatzfelder

Für die Bereiche, in welche Roboter eingesetzt werden, haben sich aus den Antworten der Befragten fünf wesentliche Einsatzfelder etabliert.

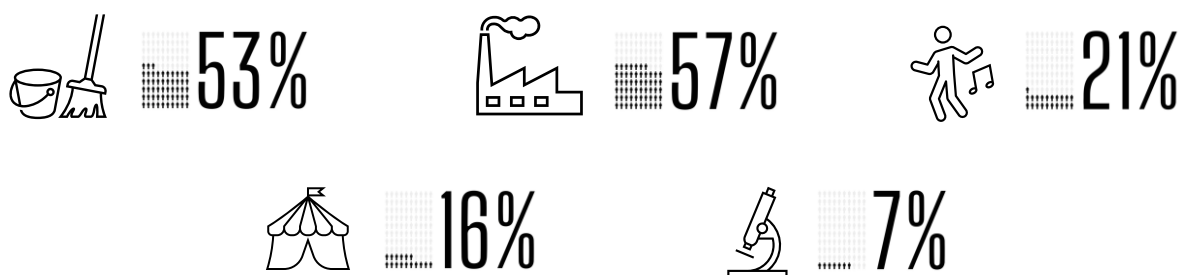


Abb. 6: Prozentuale Anteile der genannten Einsatzfelder
(Reinigungsutensilien/Haushalt, Fabrik/Industrie, tanzende Person/Dienstleistung, Zirkus/Unterhaltung, Mikroskop/Forschung – von links nach rechts)

53% der Kinder und Jugendlichen sehen in Robotern einen Einsatz im *Haushalt* - sei es beim autonomen Staubsauger, Rasenmäher, eine Hilfestellung beim Kochen bzw. Backen oder als generelle Hilfe im Haushalt. Mehr als die Hälfte (57%) der Befragten sieht die *Industrie* als ein

Einsatzgebiet des Roboters. Laut ungefähr einem Fünftel (21%) der interviewten Kinder und Jugendlichen sind Roboter und roboterähnliche Maschinen in *Dienstleistungen* tätig. 16% meinen, dass Roboter zur *Unterhaltung* des Menschen dienen, während 7% der Befragten äußern, dass Roboter ihren Einsatzbereich im *Forschungsbereich* finden. Auch hier ist das Nennen mehrerer Einsatzfelder in einem Interview möglich.

In großen Fabriken schrauben sie Autos zusammen so schnell wie ein Mensch es nie könnte.

(I27, A16, männlich, 10 Jahre)

Also der Roboter baut den ganzen Tag immer Sachen und erfindet immer etwas Neues.

(I49, A12, weiblich, 8 Jahre)

I denk es gibt Roboter, damit sie a den Menschen Gesellschaft leisten ...

(I71, A24, weiblich, 12 Jahre)

... und er ist bei einer Uni, nein bei einer Schule und erklärt den Kindern, was sie tun sollen.

(I63, A28, weiblich, 13 Jahre)

4.5 Regionen



Abb. 7: Prozentuale Anteile der genannten Regionen

(Universum, Haus, Fabrik – von links nach rechts)

Die Antworten der interviewten Kinder und Jugendlichen auf die Frage nach Regionen, in welchen Roboter zu finden sind, zeigen einige Differenzen, aber auch Gemeinsamkeiten. 29% der Interviewten meinen, dass Roboter *weltweit* vorkommen und nennen teilweise verschiedenste, mitunter sehr spezifische Einsatzgebiete, wie z. B. Japan, China, Alpen, Erde, Mond, etc. Mit einer Antwort von 19% bildet das *Zuhause* eine eigene Region. Jedes sechste Kind gibt zudem das *Weltall* als Region des Roboters an, mitunter wird darauf hingewiesen, dass ausschließlich im Weltall Roboter vorkommen. Eine Unterkategorie, die aber im Kodierleitfaden nicht bei den Regionen angeführt wird, jedoch auffallend häufig (34%) bei der Frage nach Regionen genannt wird, ist die *Industrie* bzw. *Fabrik*.

Roboter gibt es nur im Weltall und dort sehen sie nach dem Rechten. Sie wohnen nicht in einem Haus wie wir, weil alle im Weltall verteilt sind.

(I23, A12, männlich, 6 Jahre)

In manche Autoherstellungsfabriken, da sind viele Roboterarme, die alles machen.

(I1, A16, weiblich, 9 Jahre)

In Firmen gibt es XXL-Roboter, die zum Beispiel Autos zusammenbauen. Oder im Haushalt - unser Nachbar hat einen Rasenmäher-Roboter und einen Staubsauger-Roboter.

(I8, A14, weiblich, 11 Jahre)

Zuhause wie einen Rasenroboter oder in Firmen.

(I43, A16, männlich, 13 Jahre)

4.6 Roboter aus ...



Abb. 8: Prozentuale Anteile der Bekanntheit aus TV/Serien, PC/Spielen und Filmen
(Fernseher/Serie, Spielecontroller/Computerspiel, Kamera/Film – von links nach rechts)

27% der Kinder und Jugendlichen geben an, dass sie Roboter schon zuvor im Fernseher oder in Serien gesehen haben. 8% kennen Roboter vom PC bzw. von Computerspielen und 21% aus Filmen. In Einzelfällen wird explizit auf ein Spiel oder eine Roboterfigur aus einer Serie hingewiesen. Ungefähr ein Viertel der Interviewten erwähnen, dass sie sich beim Zeichnen ihrer individuellen Roboter von Darstellungen aus dem Fernseher, Computer, Serie, etc. beeinflusst lassen haben.

Weil ich ihn einfach im Computer und im Fernseher so gesehen habe. Und weil ich mir einen Roboter so vorstelle.

(I7, A10, weiblich, 8 Jahre)

Weil ich so die Roboter kenne. Von einem Spiel kenne ich ihn auch. Vom „Super smash bros.“ Da heißt der Roboter Rob und sieht genau so aus. Nur ohne Mund.

(I64, A10, männlich, 7 Jahre)

Ich kenne eine Fernsehserie und da habe ich den Roboter nachgezeichnet.

(I48, A10, männlich, 10 Jahre)

4.7 Begründung für die Existenz



Abb. 9: Prozentuale Anteile der genannten Begründungen für die Existenz
(Händedruck/Hilfestellung, Sanduhr/Zeit – von links nach rechts)

Auf die Frage nach dem Grund für die Existenz von Robotern bzw. roboterähnlichen Maschinen, fällt bei 81% die *Hilfestellung für den Menschen* als Antwort. Von den Befragten wird angeführt,

dass aufgrund der Bequemlichkeit der Menschen, der Roboter eine Hilfestellung sein kann, Roboter jenen Menschen eine Hilfe sind, die selbst nicht mehr in der Lage sind, ihren Alltag alleine zu bewältigen, Roboter bessere bzw. mehr Fähigkeiten als Menschen haben oder eine allgemeine Hilfe bei etlichen Arbeitsabläufen sind. 11% der Interviewten nennen als Begründung für die Existenz von Robotern den Zeitfaktor bzw. mangelnde Zeit der Menschen. Sie begründen, dass Roboter viel schneller Arbeit verrichten als Menschen. Folgende Originalauszüge sollen einen Einblick in die divergenten Antworten der Kinder und Jugendlichen ermöglichen:

Es gibt Roboter, weil sie den Menschen helfen können. Sie sind selbst wie ein Mensch und können deshalb zum Beispiel jemanden bedienen oder auch etwas von uns Menschen nachmachen und das 1000mal, ohne müde zu werden.

(I28, A16, männlich, 8 Jahre)

Sie helfen uns beim Staubsaugen, draußen im Garten und sie erleichtern uns auch die Arbeit.

(I3, A14, weiblich, 11 Jahre)

Roboter helfen den Menschen. Sie machen das, was Menschen nicht können oder nicht gerne machen.

(I36, A16, männlich, 7 Jahre)

Weil die Menschen ka Zeit haben und nit alles selber machen können und ja ähm außerdem sind Roboter viel ähm viel stärker.

(I41, A23, weiblich, 9 Jahre)

4.8 Eigenschaften

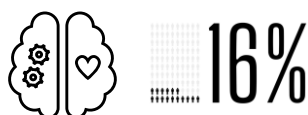


Abb. 10: Prozentualer Anteil der genannten Eigenschaften
(Gehirnhälften/menschenähnliche Eigenschaften)

Wonach in den Interviews nicht explizit gefragt wird, sich jedoch nun anhand der Interviews als eigene Kategorie etabliert, sind Eigenschaften eines Roboters, die u. a. menschenähnliches Verhalten oder Eigenschaften aufweisen, die dem Menschen zugeordnet werden. 16% der Befragten erläutern, dass Roboter z. B. aussehen wie ein Mensch, denken wie Mensch, fühlen wie ein Mensch oder auch einen Alltag führen wie ein Mensch.

Zu Mittag essen Roboter und am Vormittag spielen sie. Abends schlafen sie und essen auch.

(I31, A12, weiblich, 6 Jahre)

Ein Herz zeigt Gefühle und Roboter haben auch Gefühle.

(I3, A10, weiblich, 11 Jahre)

... oder in Japan. Oder da. Und da gibt es sogar schon Roboter, die sehen wie Menschen aus!

(I4, A30, männlich, 10 Jahre)

5 Diskussion, Limitationen & Ausblick

In diesem abschließenden Kapitel sollen die oben aufgeführten Forschungsfragen (F1-F4) in Bezug auf die identifizierten Ergebnisse diskutiert sowie sich daraus abgeleitete Forschungsfragen aber auch Limitationen des Vorgehens beschrieben werden.

Die von den Kindern und Jugendlichen ermittelten Bestandteile von Robotern bzw. roboterähnlichen Maschinen zeigen eine Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Vorarbeiten. Befunde der Zeichnungen von den Befragungen stimmen mit den explorativen Ergebnissen internationaler Vorgängerstudien (Nepper et al., 2021) überein. Zudem zeigt sich, dass die dargestellten Bestandteile und Materialien der Roboter bzw. roboterähnlichen Maschinen häufig nicht deckungsgleich mit der wahrzunehmenden Realität sind. Insbesondere die Lernendenvorstellungen zu Einsatzfeldern und Funktionsbereichen weisen oft fehlerhafte oder ungenaue Annahmen auf. Die überwiegende Vorstellung eines humanoiden Roboters kann an dieser Stelle nicht als grundsätzlich falsch bewertet werden, da diese sehr wohl im Alltag bzw. der Industrie vorzufinden sind.

Der Frage nachgehend worin die befragten Kinder und Jugendlichen die Begründung für die Existenz von Roboter bzw. roboterähnlichen Maschinen sehen und welche Funktionsweise sie ihnen zuschreiben, kann lediglich fragmentarisches Wissen den Befragten zugesprochen werden. Ein Unterschied zwischen den Erwartungen der Kinder und Jugendlichen an Roboter und der tatsächlichen Realität wird hierbei deutlich, insbesondere in der Zuschreibung menschenähnlicher Eigenschaften wie Aussehen, Denken, Fühlen oder dem Führen eines klassischen menschlichen Alltags. Diese Diskrepanz weist auf eine idealisierte und verzerrte Wahrnehmung der technologischen Möglichkeiten hin. So zeigen zum Beispiel die ermittelten Ergebnisse, dass eine große Mehrheit der befragten Kinder und Jugendlichen den Werkstoff Metall gerade im Einsatz als Karosserie erachtet. Diese Vorstellung deckt sich indessen nicht mit dem Aufbau im alltäglichen Gebrauch sowie der Industrie und kann auf die Ergebnisse von Fromm (2021), durch die weitverbreitete Darstellung von Robotern in den Medien, zurückgeführt werden.

Auch konnte gezeigt werden, dass die Befragten häufig die Vorstellung teilen, dass Roboter dem Menschen bewusst helfen wollen. Diese Vorstellung kann so jedoch nicht im Alltag bzw. in der Industrie wahrgenommen werden. Die Berührungspunkte hinsichtlich Roboter und roboterähnlichen Maschinen bei den befragten Kindern und Jugendlichen zeigen, dass diese zur Beantwortung vermehrt Ankerpunkte aus dem alltäglichen Leben heranziehen. So verwundert es, dass von einer beachtlichen Gruppe den Robotern menschenähnliche Fähigkeiten zugeschrieben wurden, zumal nicht dezidiert danach gefragt wurde. Neben der Beschreibung von menschenähnlichen Gliedmaßen zeigt sich eine fehlerhafte Lernendenvorstellung ebenfalls sehr stark im Verhalten der Roboter (u. a. schlafen legen, essen). Limitierend zum eigenen Vorgehen muss erwähnt werden, dass sich die Befragung der Kinder und Jugendlichen lediglich auf einen Radius um Innsbruck (Tirol) beschränkte. Ein Abgleich mit weiteren Regionen könnte sicherlich sinnvoll sein. Darüber hinaus stellt die Zusammensetzung der Stichprobe hinsichtlich der Altersverteilung womöglich eine weitere Einschränkung dar. Zwar erscheint die Stichprobengröße für eine qualitative Untersuchung angemessen, jedoch könnte eine differenzierte Betrachtung nach Altersgruppen – beispielsweise nach Bildungsstufen – sinnvoll sein, um spezifischere Einblicke in altersabhängige

Lernendenvorstellungen zu ermöglichen. Eine Untergliederung in Subgruppen wäre auch im Rahmen qualitativer Forschung methodisch vertretbar und könnte zukünftigen Studien als Ansatzpunkt dienen.

Zudem soll an dieser Stelle festgehalten werden, dass keine allgemeingültigen Aussagen getroffen werden können, da es sich um eine rein qualitative Studie handelt. Diese qualitative Erprobung zur Operationalisierung bietet die Möglichkeit einen Fragebogen zu entwickeln. Die hier vorgestellten Ergebnisse wurden genutzt, um geschlossene Fragen zu entwickeln. Ein solcher Fragebogen könnte für zukünftige, größere quantitative Studien eingesetzt werden. Im Rahmen der vorliegenden Studie, die auf einem qualitativen Forschungsansatz basiert, werden weiterführende Forschungsfragen abgeleitet, die künftig im Rahmen einer quantitativen Untersuchung adressiert werden sollen. Diese Untersuchung wird sich auf Schüler:innen, Studierende und Lehrpersonen erstrecken und dabei insbesondere den vergleichswisen hohen Anteil an humanoiden Zuschreibungen näher beleuchten. Zu diesem Zweck wurde bereits eine Skala ($N_{\text{Items}} = 13$; Beispielitem: „Roboter führen zu einer hohen Arbeitslosigkeit.“ sowie „Roboter sind kreativer als Menschen.“) entwickelt und, die sich derzeit in der Pilotierungsphase befindet und zur systematischen Erfassung entsprechender Vorstellungen eingesetzt werden soll. Die daraus gewonnenen Ergebnisse sollen nicht nur zur Vertiefung des Themas beitragen, sondern auch als Grundlage für die Formulierung und Überprüfung potenzieller Hypothesen dienen.

Die Ergebnisse werden nicht nur für die wissenschaftliche Forschung aufbereitet, sondern auch gezielt für Lehrpersonen zugänglich gemacht. Unter Beachtung der Relevanz der Diagnose und der pädagogischen Berücksichtigung von Lernendenvorstellungen für eine spiralcurricular aufgebaute Allgemeinbildung, die Schüler:innen dazu befähigen soll, sich in einer zunehmend technisierten Welt zu orientieren, sind die Erkenntnisse hier richtungsweisend, da sie konkrete Einblicke in die anfänglichen Vorstellungen der Schüler:innen zu Robotern bzw. roboterähnlichen Maschinen und deren Funktionsweise, Materialkunde und Einsatzfeldern geben. Diese Befunde ermöglichen es Lehrkräften, gezielt Lernprozesse zu initiieren, die das technische Verständnis der Lernenden erweitern, ihre Problemlösungsfähigkeiten stärken und sie schrittweise in die grundlegenden Konzepte von Robotik einführen. Dabei können Lernendenvorstellungen (im Sinne von Fehlern und Missverständnissen) durch ein sorgfältig abgestimmtes Curriculum aufgegriffen und adressiert werden. Auch der österreichische Lehrplan (RIS, 2024) hebt die Bedeutung hervor, Schüler:innen auf eine technisierte Zukunft vorzubereiten, indem er digitale Geräte und Technologien wie 3D-Drucker und Microcomputer in den Unterricht integriert. In der Sekundarstufe I werden explizit Elektronik, Sensorik und Robotik als Anwendungsbereiche genannt. Fortbildungen sind für Lehrpersonen unerlässlich, um mit der rasanten technologischen Weiterentwicklung im Bereich der Robotik Schritt zu halten und die komplexen Inhalte didaktisch sinnvoll zu vermitteln. Eine Fortbildungsreihe mit einem Umfang von insgesamt 12 Unterrichtseinheiten wurde zunächst für den Standort Innsbruck (Österreich) entwickelt und wird derzeit implementiert. Dabei fließen die in diesem Artikel analysierten Lernendenvorstellungen gezielt ein und werden durch Unterrichtsvideovignetten ergänzt.

Ziel dieser Fortbildungsreihe ist es, auf die wachsende Bedeutung der Robotik in der Zukunft zu reagieren und angehende Lehrkräfte so Schüler:innen bestmöglich darauf vorzubereiten. Darüber hinaus werden die Fortbildungsangebote auf Basis der hier dargestellten Ergebnisse kontinuierlich weiterentwickelt, um eine nachhaltige Sensibilisierung sowohl angehender als auch praktizierender Lehrpersonen sowie Forschender zu gewährleisten. Damit wird nicht nur die Auseinandersetzung mit der Thematik gefördert, sondern auch ein Beitrag zur zukunftsorientierten Bildung im Bereich der Robotik geleistet.

Literatur

- Arnautovic, H., Habegger, A. & Haller, S. (2021). Grundlagen der Robotic Process Automation. In J. Schellinger, K. O. Tokarski, & I. Kissling-Näf (Hrsg.), *Digital Business* (57-83). Wiesbaden: Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-658-32323-3_4, Stand vom 18.03.2024.
- Atteslander, P. (2010). *Methoden der empirischen Sozialforschung*, 13., überarbeitete Auflage. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Barke, H.-D. (2006). *Chemiedidaktik. Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen*. Berlin, Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/3-540-29460-0>, Stand vom 16.10.2023.
- Bohnsack, R. (2010). Documentary Method and Group Discussions. In R. Bohnsack, N. Pfaff & W. Weller (Hrsg.), *Qualitative Analysis and Documentary Method in International Education Research*, Leverkusen Opladen: Barbara Budrich Publishers. doi.org/10.3224/86649236, Stand vom 14.11.2024.
- Eghtessad, A., & Goreth, S. (2022). Erstellung von Videovignetten zu Schülervorstellungen. In S. Habig & H. van Vorst (Hrsg.), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Virtuelle Jahrestagung 2021 (380-383). GDGP.
- Fischler, H., & Schecker, H. (2018). Schülervorstellungen zu Teilchen und Wärme. In Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis, 139-161. In H. Schecker, T., Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (139-161). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-57270-2_7, Stand vom 20.05.2023.
- Fletcher, S. & Kleinteich, A. (2021). Vorstellungen von Grundschüler*innen zum Ende der Primarstufe über den grundsätzlichen Aufbau eines komplexen technischen Systems zur Energieerzeugung untersucht am Beispiel der Konstruktion eines Wasserkraftwerks aus vorgegebenen Teilsystemen. In B. Landwehr, I. Mammes & L. Murmann (Hrsg.), *Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. Elementar bildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt?* (29-50). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt. doi.org/10.35468/5869, Stand vom 18.05.2023.
- Flick, U. (1995). *Qualitative Forschung. Theorie, Methoden, Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften*. Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH.
- Flick, U., von Kardorff, E., & Steinke, I. (2013). Was ist qualitative Forschung? Einleitung und Überblick. In U. Flick, E. v. Kardorff & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (11-29). Reinbek bei Hamburg: Rowolth.
- Fromm, N. (2020). *Roboterdarstellungen in Kinder- und Jugendfilmen*.
- Giralt, G. (2008). Vorwort in Siciliano. Kathib: Springer Handbook of Robotics.
- Gorltdt, C. (2017). Internet der Dinge ohne Dinge nicht möglich - Industrie 4.0 in Produktion und Logistik. In G. Spöttl & L. Windelband (Hrsg.), *Industrie 4.0* (95-108). Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG.
- Gropengießer, H. & Marohn, A. (2018). Schülervorstellungen und Conceptual-Change. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (49-69). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Haagen-Schützenhöfer, C., & Hopf, M. (2018). Schülervorstellungen zur geometrischen Optik. In H. Schecker, T., Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (89-114). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-57270-2_5, Stand vom 20.05.2023.
- Hagedorn, J., Sell-Le Blanc, F. & Fleischer, J. (2016). *Handbuch der Wickeltechnik für hocheffiziente Spulen und Motoren. Ein Beitrag zur Energieeffizienz*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-49210-9_4, Stand vom 16.05.2023.
- Hamade, D. (2022). *Entwicklung eines quantitativen Erhebungsinstrumentes zur Erfassung von Schülervorstellungen in Bezug auf Roboter*. Doctoral dissertation, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.
- Hanekamp, G. (2014). Zahlen und Fakten: Allensbach-Studie 2013 der Deutschen Telekom Stiftung. In J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), *Digitale Medien im Naturwissenschaftlichen Unterricht* (21-28). Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag.
- Hartmann, E. A., Apt, W., Shajek, A., Stamm, I. & Wischmann, S. (2019), Die technische Basis der Industrie 4.0: Alter Wein in neuen Schläuchen oder lange erwartete Durchbrüche? In Spöttel, G. & Windelband, L. (Hrsg.), *Industrie 4.0. Risiken und Chancen für die Berufsbildung* (49-74). Bielefeld: wbv Media GmbH & Co.KG.

- Hornung, G. & Hofmann, K. (2018a). Datenschutz als Herausforderung der Arbeit in der Industrie 4.0. In H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann & Niehaus (Hrsg.), *Digitalisierung industrieller Arbeit: Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen* (233–255). Baden-Baden: Nomos.
- Hornung, G. & Hofmann, K. (2018b). Handlungsempfehlungen. In G. Hornung (Hrsg.), *Rechtsfragen der Industrie 4.0: Datenhoheit – Verantwortlichkeit – rechtliche Grenzen der Vernetzung* (213–220). Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft.
- Infineon (2018). Grundlagen der Robotik. <https://www.infineon.com/cms/de/discoveries/grundlagen-robotics/>, Stand vom 20.08.2023.
- International Federation of Robotics. (2022). World Robotics. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ifr.org/downloads/press2018/2022_WR_extended_version.pdf, Stand vom 28.07.2024.
- ISO 8373 (2021). Robots and robotic devices – Vocabulary, International Organization for Standardization. <https://ifr.org/industrial-robots>, Stand vom 18.08.2023.
- Jeske, T. & Terstegen, S. (2019). Potenziale und Umsetzung von Industrie 4.0. In Spöttel, G. & Windelband, L. (Hrsg.), *Industrie 4.0. Risiken und Chancen für die Berufsbildung*, 2., überarbeitete Auflage (75–92), Bielefeld: wbv Media GmbH & Co.KG.
- Jonen, A., Möller, K. & Hardy, I. (2003). Lernen als Veränderung von Konzepten – am Beispiel einer Untersuchung zum naturwissenschaftlichen Lernen in der Grundschule. In D. Cech & H.-J. Schwier (Hrsg.), *Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht* (93–108). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Jung, S. E. & Won, E. (2018). Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children. *Sustainability*, 10(3), 905. <https://doi.org/10.3390/su10040905>. Stand vom 28.04.2025.
- Kreuzkamp, N. (2019). Digitalisation and Industry 4.0: Societal Aspects in four European regions. In D. Bürkardt, H. Kohler, N. Kreuzkamp & J. Schmid (Hrsg.), *Smart Factory und Digitalisierung: Perspektiven aus vier europäischen Ländern und Regionen* (237–264). Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft.
- Krumphals, I., Plotz, T., & Haagen-Schützenhöfer, C. (2020). Schülervorstellungen in den Naturwissenschaftsdidaktiken. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Wien 2019* (66–69). Universität Duisburg-Essen.
- Lombard, M., Snyder-Duch, J., & Bracken, C. C. (2002). Content analysis in mass communication: Assessment and reporting of intercoder reliability. *Human Communication Research*, 28, 587–604.
- Löffler, G. (1991). Über Themen des Sachunterrichts als Gegenstände der Anschauung und die Umdeutung solcher Themen. In W. Biester (Hrsg.), *Denken über Natur und Technik* (91–101). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Maier, H. (2022). *Grundlagen der Robotik*. 3., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin & Offenbach: VDE Verlag.
- Mareczek, J. (2020). *Grundlagen der Roboter-Manipulatoren – Band 1. Modellbildung von Kinematik und Dynamik*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Mammes, I., Adenstedt, V. & Gooß, A. (2020). Das Technikverständnis von Grundschulkindern. In B. Geißel & T. Gschwendtner (Hrsg.), *Einblicke in aktuelle Forschungsarbeiten der Technikdidaktik* (39–66). Berlin: Logos Verlag GmbH.
- McKinsey (2017). *Jobs lost, jobs gained. Workforce transitions in a time of automation*. McKinsey Global Institute. New York City: McKinsey & Company.
- Möller, K., Kleickmann, T. & Sodian, B. (2014). Naturwissenschaftlich-technischer Lernbereich. In W. Einsiedler, M. G.tz, A. Hartinger, F. Heinzl, J. Kahlert & U. Sandfuchs (Hrsg.), *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik* (527–541). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Möller, K. (2018). Die Bedeutung von Schülervorstellungen für das Lernen im Sachunterricht. In M. Adamina, M. Kübler, K. Kalcsis, S. Bietenhard & E. Engeli (Hrsg.), *„Wie ich mir das denke und vorstelle...“ Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Lerngegenständen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft* (35–50). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Moritz, L. & Goreth, S. (2024). Instrumente zur Diagnose von Präkonzepten. Eine Expertenbefragung zur Erfassung von Schüler/innenvorstellungen. *MNU-Journal* 5.
- Münzer, M., Kreinsen, M., & Schulz, S. (2023). Lehrendenrekonstruktion von Schüler: innenvorstellungen auf den Unterrichtsgegenstand Künstliche Intelligenz. In L. Hellmig & M. Hennecke (Hrsg.), *Informatikunterricht zwischen Aktualität und Zeitlosigkeit*. (123–126). Bonn: Gesellschaft für Informatik. 10.18420/infos2023-010, Stand vom 15.06.2024.

- Nepper, H. H. & Gschwendtner, T. (2020). Schüler- und Lehrervorstellungen zu ausgewählten technischen Grundlagen der Mechanik und Energieversorgung. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 8(1), 76-98.
- Nepper, H. H., Hecher, N., Ruch, A. & Goreth, S. (2021). Technische Vorstellungswelten von Schüler/inne/n. Roboter, roboterähnliche Maschinen und textile Wertschöpfungsketten. *MNU-Journal*, 74(1), 72-48.
- Oubbati, M. (2009). Einführung in die Robotik. Institut für Neuroinformatik an der Universität Ulm. https://www.uni-ulm.de/fileadmin/website_uni_ulm/iui.inst.130/Mitarbeiter/oubbati/RobotikWS1113/OubbatiSkript.pdf, Stand vom 20.06.2023.
- Peetz, M. & Pietzner, V. (2017). Evaluation von Schülervorstellungen zum Lösen von Zucker in Wasser mithilfe einer Animationssoftware. In C. Maurer (Hrsg.), *Qualitätsvoller Chemie- und Physikunterricht normative und empirische Dimensionen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Regensburg (436-439)*. Regensburg: Universität Regensburg.
- RIS – Rechtsinformationssystem des Bundes. (2024). Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen, Fassung vom 19.07.2024. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568>, Stand vom 19.07.2024.
- Schäffer, K. & Mammes, I. (2014). Robotik als Zugang zur informatischen Bildung in der Grundschule. *GDSU – Journal*, 4, 59–72.
- Schecker, H. & Duit, R. (2018). Schülervorstellungen zu Energie und Wärmekraftmaschinen. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf, & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis (163-183)*. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-57270-2_8, Stand vom 21.05.2023.
- Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M., Duit, R., & Fischler, H. (2018). *Schülervorstellungen und Physikunterricht*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Schmitt, A. & Fellensiek, T. (2021). „Windräder werden mit Strom betrieben, um Wind zu erzeugen... oder umgekehrt!?“ – Schülervorstellungen und Konzeptwechsel zum Thema Windenergie im Sachunterricht. In B. Landwehr, I. Mammes & L. Murmann (Hrsg.), *Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. Elementarbildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt? (11-28)*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt. doi.org/10.35468/5869, Stand vom 14.04.2024.
- Schneider, W. (2001). Gedächtnisentwicklung. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie (194–200)*. Weinheim: Beltz.
- Schönknecht, G. & Maier, P. (2012). *Diagnose und Förderung im Sachunterricht*. Kiel: Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) an der Universität Kiel.
- Schlagenhauf, W. & Wiesmüller, C. (2018). Anliegen und Grundzüge Allgemeiner Technischer Bildung. Grundsatzpapier Nr. 1. Berlin: DGTB.
- Schrader, N., & Bolte, C. (2018). Vorstellungen vom Unsichtbaren – Schülervorstellungen zum Thema Radioaktivität und ionisierende Strahlung. *Qualitätsvoller Chemie- und Physikunterricht - normative und empirische Dimensionen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik*, 38, 780-783.
- Schwelle, V., Hartinger, A., Lohrmann, K. & Gro. Ophoff, J. (2013). „Ein Nussknacker ist aus Metall und deshalb stärker als die Hand.“: Präkonzepte von Drittklässlern zum Hebelgesetz. In H.-J. Fischer, H. Giest & D. Pech (Hrsg.), *Der Sachunterricht und seine Didaktik: Bestände prüfen und Perspektiven entwickeln (129–136)*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Spöttel, G. & Windelband, L. (2019). *Industrie 4.0. Risiken und Chancen für die Berufsbildung*, 52(2), XI. Bielefeld: wbv Media GmbH & Co.KG.
- Stark, G. (2022). *Robotik mit MatLab. 2. aktualisierte und erweiterte Auflage*. München: Hanser.
- Stein, M. (2016). Ergänzung eines bestehenden Erhebungsinstruments zum Umgang von Lehrkräften mit „Fehlvorstellungen“ von Schülern, (25), Kassel: Kassel University Press.
- Stuber, T. (2019). *Technik und Design. 2., Roboter*. Bern: hep-verlag ag.
- Sumfleth, E., Ploschke, B., & Geisler, A. (1999). Schülervorstellungen und Unterrichtsgespräche zum Thema Säure-Base. In E. Sumfleth (Hrsg.), *Chemiedidaktik im Wandel – Gedanken zu einem neuen Chemieunterricht: Festschrift für Altfried Gramm (91-115)*. Münster: Lit-Verlag.
- Swearing, J. (2018). How the Roomba Company Decided to Stop Making Bots for the Military. *New York Magazine: Intelligencer*. <https://nymag.com/intelligencer/2018/12/why-the-roomba-company-stopped-making-bots-for-the-military.html>, Stand vom 27.11.2023.
- Wilhelm, T & Henninger, P. (2012). Schülervorstellungen zum Regenbogen. *PhyDid-B - Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2012*. <https://ojs.dpg-physik.de>, Stand vom 28.11.2023.

- Wilhelm, T. & Heuer, D. (2005). Verständnis der newtonschen Mechanik bei bayerischen Elftklässlern – Ergebnisse beim Test „Force Concept Inventory“ in herkömmlichen Klassen und im Würzburger Kinematik-/Dynamikunterricht. In V. Nordmeier & A. Oberlänger (Hrsg.), *Didaktik der Physik – Frühjahrstagung Berlin 2005*, Lehmanns Media. ISBN 3-86541-134-7.
- Wirtz, B.W. (2024). Digitale Automatisierung und Robotik. In *Digital Business*. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-41467-2_10, Stand vom 26.06.2024.
- Wolf, F. & Nepper, H. H. (2021). Wie hält man ein Haus im Winter warm und im Sommer kühl? Explorative Erfassung vorunterrichtliche Vorstellungen zum Themenbereich Bauen und Wohnen. *al of heiEDUCATIONAL JOURNAL* (7), 121-142. <https://doi.org/10.17885/heiup.heied.2021.7.24442>, Stand vom 12.05.2024.
- Yeh, HY., Tsai, YH., Tsai, CC. & Chang, HY (2019). Investigating Students' Conceptions of Technology-Assisted Science Learning: a Drawing Analysis. *J Sci Educ Technol*, 28, 329–340. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-9769-1>, Stand vom 30.03.2024.
- Zinn, B. (2013). Überzeugungen zu Wissen und Wissenserwerb von Auszubildenden – Empirische Untersuchungen zu den epistemologischen Überzeugungen von Lernenden (Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, Bd. 86). Münster: Waxmann.

HANNAH REICHMANN

Pädagogische Hochschule Tirol, Institut für Sekundarpädagogik, Technik & Design
Pastorstraße 7, AT-6010 Innsbruck
hannah.reichmann@ph-tirol.ac.at

DR. ARMIN RUCH

Istanbul Lisesi Alman Bölümü
Türk Ocagi Cad. No:4, TR-34110 Cagaloglu - Istanbul
armin.ruch@iel1884.org

PROF. DR. HANNES HELMUT NEPPER

Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd, Institut für Bildung Beruf und Technik, Abteilung Technik
Oberbettringer Straße 200, D-73525 Schwäbisch Gmünd
hannes.nepper@ph-gmuend.de

PROF. DR. SEBASTIAN GORETH

Pädagogische Hochschule Tirol, Institut für Sekundarpädagogik, Technik & Design
Pastorstraße 7, AT-6010 Innsbruck
sebastian.goreth@ph-tirol.ac.at

Zitieren dieses Beitrags:

Reichmann, H., Ruch, A., Nepper, H. H. & Goreth, S. (2025). „Roboter helfen mir gerne!“ – Lernendenvorstellungen zu Robotern und roboterähnlichen Maschinen. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 13(2), 1–26.

Anhang

Ablauf zur Erfragung von Schüler*innenvorstellungen zu Robotern

Ermitteln Sie Schüler*innenvorstellungen zu Robotern und gehen Sie wie folgt vor:

1. Lassen Sie vorab ein Bild (A4 oder A5) von der Schülerin/dem Schüler anfertigen, auf dem ein Roboter gezeichnet werden soll. Bitte geben Sie keine weiteren Erklärungen!

2. Erfragen Sie dann folgende Punkte des Kindes:

- a. Alter
- b. Geschlecht
- c. Schulstufe
- d. Lieblingsfach

3. Starten Sie die Befragung. Nehmen Sie als Sprechgrundlage die Zeichnung des Kindes. Selbstverständlich können Sie während der Gesprächsführung etwas von der unten-stehenden Anordnung abweichen, aber alle Fragen sollten grob behandelt werden.

- a. Ich sehe auf deiner Abbildung xy, warum hast du das genau so gezeichnet?
- b. Was machen Roboter im Alltag?
- c. Wo gibt es überall Roboter?
- d. Warum gibt es Roboter?
- e. Wie funktionieren Roboter?
- f. Aus was bestehen Roboter?