

4 Forschungsstand: Kindervorstellungen zu technisch-digitalen Phänomenen

Dieses Kapitel widmet sich dem derzeitigen Forschungsstand zu den Vorstellungen von Kindern und Jugendlichen über Computer und Informatiksysteme.

In der Studie von *Petrut, Bergner & Schroeder* aus dem Jahr 2017 wurden 198 Schüler:innen im Alter von acht bis elf Jahren über ihre Vorstellungen und Interessen zu Informatik befragt. Im Mittelpunkt standen vier Fragen: „Was verbinden Grundschulkinder mit dem Begriff „Informatik“? Welches Interesse haben Grundschulkinder an Informatik? Was möchten Grundschulkinder über Informatik wissen? Welche Informatiksysteme nutzen Grundschulkinder?“¹⁸⁸. Diese wurden mittels eines Prä-Post-Testdesign, sowie der Methode des Plakaterstellens erhoben. Zur unterrichtlichen Intervention wurde das Lernmodul *Zauberschule Informatik* (siehe *Kapitel 3.6*)¹⁸⁹ genutzt. Es wurden informatische Bereiche wie das Binärsystem, Prüfbits und die Rekursion thematisiert. Der Aufbau eines Computers konnte, wie in *Kapitel 3.6* beschrieben, durch ein Video erklärt und durch eine Zuordnungsaufgabe bearbeitet werden.¹⁹⁰

Im Rahmen der quantitativen und qualitativen Auswertung wurde eine häufige Nutzung von Computern festgestellt. Die Proband:innen assoziierten Informatik oftmals mit Computern. Diese werden jedoch von den Kindern nicht als Werkzeug oder Lernmedium wahrgenommen, sondern stehen häufig im Zusammenhang mit einem spielerischen

188 Petrut, Bergner & Schroeder 2017, S. 64.

189 Vgl. Batur & Bergner 2012, S. 87 ff.

190 Vgl. Petrut, Bergner & Schroeder 2017, S. 65, 67.

schen Umgang.¹⁹¹ Zur Auswertung bedienten sich die Autorinnen an dem von *Borowski, Diethelm & Wilken* entwickelten Kategoriensatz¹⁹². Dieser greift, ähnlich wie der Strukturansatz, den Zusammenhang zwischen Mensch und Artefakt auf. Die befragten Kinder zeigten Interesse an Themen im Bereich Computer, deren historischen Entstehung, der heutigen Konstruktionsweise sowie am informatischen Berufsfeld. Die Studie belegt ein aufkommendes Interesse an der Informatik bereits in der Primarstufe, dementiert jedoch tragfähiges Vorwissen.¹⁹³

In einem eigens entwickelten Modell zur Analyse von Kindervorstellungen über Roboter und ihre Funktionsweise werten *Müller & Schulte* bisherige Literaturergebnisse aus. Sie führen als zentrales Ergebnis eine Vermenschlichung von Computersystemen an. Es werden diesbezüglich drei Perspektiven identifiziert. Zum einen wird eine psychologische Perspektive (*psychological*) beschrieben. In dieser werden Computersystemen Personalität und Emotionalität zugeschrieben. In der zweiten Perspektive, welche als technologische (*engineering*) bezeichnet wird, werden Computersysteme eher als leblos und als ein aus verschiedenen Peripheriekomponenten bestehender Gegenstand beschrieben. Die dritte und letzte Perspektive (*bridging*) ist eine Verbindung aus der technischen und psychologischen Perspektive.¹⁹⁴ In der Studie von *Levy & Mioduser* nehmen die Proband:innen (Kindergartenkinder) eher eine technologische Perspektive ein, wenn sie zuvor die Programmierung von Robotern übernahmen.¹⁹⁵ *Resnick & Martin* sowie *Bernstein & Crowley* kategorisieren die Äußerungen der Kinder als etwas psychologisches (*lebendig*), etwas mechanisches (*Maschine*) oder als intelligente Technik (*Smart Technology/Informationsfluss*) und erweitern damit die vorherig benannten Kategorien.¹⁹⁶ *Müller & Schul-*

191 Vgl. Petrut, Bergner & Schroeder 2017, S. 67.

192 Vgl. Borowski, Diethelm & Wilken 2011.

193 Vgl. Petrut, Bergner & Schroeder 2017, S. 70.

194 Vgl. Müller & Schulte 2017, S. 110 f.: Es wird sich auf Studien u. a. von Levy & Mioduser 2008, Resnick & Martin und Bernstein & Crowley 2008 bezogen.

195 Vgl. Levy & Mioduser 2008, S. 354.

196 Vgl. Resnick & Martin 1991 zit. n. Müller & Schulte 2017, S. 111; Bernstein & Crowley 2008, S. 240.

te konkludieren, dass „Roboter häufiger als technologische Blackbox betrachtet“¹⁹⁷ werden. Sie kommen zu dem Schluss, dass auch die Betrachtung u. a. von Peripherie zu einem technischen Verständnis von Robotern führen kann.¹⁹⁸ In 2018 pilotierten *Müller & Schulte* ihr Modell. Befragt wurden 79 Grundschüler:innen zwischen sieben und zehn Jahren¹⁹⁹ mittels fünf Fragestellungen:

- „(1) What can a robot do?
- (2) What are robots for?
- (3) Can robots be controlled? If so, how? If not, why not?
- (4) Can you teach a robot anything? If so, how? If not, why not?
- (5) What does a robot look like? (picture)“²⁰⁰.

Es ergaben sich kaum technische bzw. informatische Vorstellungen, welche für diese Arbeit von Relevanz sind. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass durch die offenen Interviewfragen der Erhebung nicht über technische Gegebenheiten gesprochen wurde. Einige wenige Proband:innen brachten jedoch den Roboter mit Programmen bzw. Programmierungen in Verbindung. *Müller & Schulte* kommen zum Schluss, dass Grundschüler:innen die variable Gestaltung und die Steuerungsfunktion von Informatiksystemen erkennen können.²⁰¹ Sie fordern eine Bildung, welche die Schüler:innen in einer „Welt geformt durch digitale Artefakte“²⁰² befähigt und mündig im Umgang macht.

Eine phänomenographische Studie von *Su & Ding* widmet sich einem weiten Begriff von Technik und Informatik, indem sie die Vorstellungen von chinesischen Grundschüler:innen zum Thema Technologie untersucht. 63 Kinder zwischen neun und zwölf Jahren wurden zu ihren Konzepten über Technologie, der Auswirkungen auf das Leben und die Natur sowie zur Verbindung zwischen Technologie und Wis-

197 Müller & Schulte 2017, S. 112.

198 Vgl. ebd.

199 Vgl. Müller & Schulte 2018, S. 3.

200 Ebd., S. 2 f.

201 Vgl. Müller & Schulte 2018, S. 4.

202 Ebd.: Übersetzung durch Verfasserin.

senschaft befragt.²⁰³ Technologie ist ein Bestandteil der schulischen Bildung in China und wird unter den drei Perspektiven „the human-made world, technological invention, and engineering design“²⁰⁴ unterrichtet. Dies lässt auf Vorerfahrungen der Proband:innengruppe schließen. Der Ergebnisraum beinhaltet vier phänomenographische Kategorien: Merkmale, Produktion, Handhabung und Nutzung sowie Funktion von Technologie. Für die vorliegende Arbeit sind folgende Subkategorien von Relevanz: 62 % der Proband:innen führten Strom als erforderlich an²⁰⁵. 21 % der Proband:innen assoziierten Technologie mit Informationstechnologie. Als Merkmalsausprägungen dieser Kategorie beschreiben die Proband:innen u. a. kabellose Netzwerke sowie die Konstruktion von Computerprogrammen.²⁰⁶ Als weitere Subkategorie führen 48 % der Proband:innen verschiedene Funktionen von Technik an. Demnach haben technologische Artefakte immer mehrere Funktionen.²⁰⁷

Brinda & Braun erforschen im Jahr 2017 Schüler:innenvorstellungen zu Smartphones. Die im Rahmen einer Masterarbeit durchgeführte Erhebung wurde im Rahmen der 17. GI-Tagung zur Informatik und Schule veröffentlicht. Die vier deduktiv entwickelten Analyse- und Fragekategorien sind thematisch auf drahtlose Verbindungen, Apps, Steuerung über Touchscreen und die kompakte Bauart von Smartphones ausgerichtet. Es wurde bei der Erhebung ein Vergleich zwischen Smartphones und Desktopcomputern angestrebt. Die Proband:innen waren in der neunten und elften Klasse und erhielten zu Teilen Informatikunterricht. Für diese Arbeit von Relevanz ist die Kategorie der kompakten Bauart von Smartphones. Die Proband:innen wurden bei dieser Kategorie zur kompakten Hardware und zu den technischen Grenzen von Smartphones befragt. Die Proband:innen führten in der ersten Subkategorie die geringe physische Größe von Daten, sowie externe Speichermöglichkeiten (Bsp. *Server, im Himmel fliegende Clouds*)

203 Vgl. Su & Ding 2022, S. 631.

204 Ebd., S. 630.

205 Vgl. ebd., S. 636.

206 Vgl. ebd., S. 637.

207 Vgl. ebd., S. 642.

und eine hohe Aufnahmekapazität der Speicherhardware an. Ein:e weitere:r Proband:in verwies auf Bits und Bytes und negierte damit eine physische Präsenz von Daten. In der zweiten Unterkategorie wurden Smartphones ins Verhältnis zu Computersystemen gesetzt. Smartphones wurden als weniger leistungsfähig (bzgl. *geringer Speicherplatz, langsamere Prozessoren*) und weniger erweiterbar (bzgl. *begrenzte Möglichkeit zum Anschließen von Peripheriegeräten*) beschrieben.²⁰⁸ Die Studie belegt für den Kontext dieser Arbeit, dass Schüler:innen über anschlussfähige informatische Konzepte besitzen, erklärt jedoch nicht, inwieweit Schüler:innen handlungsfähig sind.

In der Studie von Gärtig-Daugs, Weitz & Schmid wurden 47 Grundschüler:innen aus der zweiten, dritten und vierten Klasse zu ihrem Wissen über informatische Fachbegriffe sowie ihren mentalen Modellen zu Funktionsprinzipien digitaler Medien befragt. Thematisiert wurden Begriffe und Konzepte wie Pixel, Digitales, Algorithmen und Sortieren durch Mensch und Computer. In letzterem Themenbereich wurden – wie von Müller & Schulte angeführt – Computern viele psychologische Eigenschaften zugeschrieben. Die Proband:innen identifizierten Merkmale, welche unterrichtlich aufgegriffen werden können. Dies sind bspw. Zuschreibungen, wie ein größeres und unvergängliches Wissen bei Computersystemen. Resümiert wurde, dass Grundschüler:innen mentale Modelle bzgl. der digitalen Welt aufbauen. Die Ausprägung und die Richtigkeit korrelieren jedoch mit dem Interesse der Schüler:innen am Themenbereich. Über die Wirksamkeit der Implementierung informatischer Bildung im Unterricht kann aufgrund dieser Studie keine Aussage getroffen werden.²⁰⁹

In der Studie von Martschinke, Palmer Parreira & Romeike wurden Vorerfahrungen von Grundschüler:innen bzgl. „fundamentale[r] Prinzipien, Konzepte, Problemlösungen sowie Denk- und Arbeitsweisen (Computational Thinking) der Informatik“²¹⁰ untersucht. Mittels eigens entwickelter Unterrichtseinheiten und einem Prä-Post-Testdesign

208 Vgl. Brinda & Braun 2017, S. 120 ff.

209 Vgl. Gärtig-Daugs, Weitz & Schmid 2017, S. 419 f.

210 Martschinke, Palmer Parreira & Romeike 2021, S. 140.

(ohne Kontrollgruppe) wurden informatische Kompetenzen sowie das informatische Selbstkonzept untersucht.²¹¹ Die Lernvoraussetzungen wurden unter den drei Kategorien *Technik & Computer*, *Informationen* und *Programmieren* erfasst. Mit der Kategorie *Technik & Computer* assoziierten die Proband:innen Elektronik und Elektrizität. Bei der Kategorie *Informationen* vermuteten die Proband:innen, dass die Kategorie etwas mit Informationsbeschaffung und -veröffentlichung zu tun hat. Die Forscher:innen verweisen dabei auf häufig anzutreffende fehlerhafte Vorstellungen in beiden Kategorien trotz hoher informatischer Selbstkonzepte. In der letzten Kategorie *Programmieren* benennen die Schüler:innen viele Arbeitsweisen, erkennen jedoch nicht das große Ganze der Informatik als Wissenschaft.²¹² Mittels der unterrichtlichen Intervention ergab sich beim Posttest eine erhebliche Steigerung des Selbstkonzepts, während informatikbezogene Kompetenzen nur geringfügig verbessert wurden. Zuvor angeführte Fehlvorstellungen reduzierten sich jedoch.²¹³

In 2017 veröffentlichten *Robertson, Manches & Pain* ihre schottische Studie, in welcher Schüler:innen zu ihrem Verständnis über die Arbeitsweise von Computern befragt wurden. Zu der Stichprobe gehörten 18 Kinder im Alter zwischen fünf und acht.²¹⁴ Folgende Themenbereiche waren von Interesse: „(1) understanding what computers are, (2) understanding how computers are programmed, (3) beliefs about whether computers have agency“²¹⁵. Unter (1) beschrieben die Proband:innen Aktivitäten, welche mit der Nutzung von Computern oder anderen elektronischen Geräten in Verbindung stehen. Auf die Frage, was innerhalb eines Computers sei, reagierten sie unsicher und oberflächlich. Sie nannten bspw. Kabel (wire) und Anschlüsse. Erst nach einem Foto eines Computerchips konnten die Proband:innen verschiedenen Geräte identifizieren.²¹⁶ Zur zweiten Kategorie (2) wiesen

211 Vgl. Martschinke, Palmer Parreira & Romeike 2021, S. 140, 143, 148.

212 Vgl. ebd., S. 145.

213 Vgl. ebd., S. 146 f.

214 Vgl. Robertson, Manches & Pain 2017, S. 339 ff.

215 Vgl. ebd., S. 340.

216 Vgl. ebd., S. 341.

die Proband:innen unabhängig vom Alter Unsicherheiten auf. Neben der Nennung zuvor thematisierter Komponenten (drives, discs, cables, ...), verglichen Teile der Proband:innen Computer mit „someone inside this“²¹⁷ (welches jedoch zügig verworfen wurde) oder auch mit „a gigantic brain just basically with a keyboard“²¹⁸. Andere Proband:innen beschrieben die Reaktionen der technisch-digitalen Artefakte auf die Eingabe – also das Drücken auf den Bildschirm²¹⁹. Durch jüngere Proband:innen wurde bei (3) dem Computer ein Eigenleben zugesprochen²²⁰. *Robertson, Manches & Pain* resümieren, dass Kinder zwar in der Lage sind, angemessen über ihre Nutzungsverhalten zu sprechen, es ihnen aber schwerfällt, die Funktionsweise von Computersystemen auch nur im Ansatz zu erklären. Die mangelnden Fachkenntnisse der Proband:innen kommen zum Ausdruck.²²¹

Mertala erhob 2018 die Vorstellung von 65 Fünf- bis Siebenjährigen in Nordfinnland zu Computern, Programmierung und dem Internet. Mittels Zeichnungen und einem anschließenden Gespräch wurden deren Vorstellungen erhoben. Im Folgenden wird ausschließlich das Thema Computer betrachtet.²²² Dazugehörige Fragen waren: „What are computers like? How do computers work? What can be done using computers? What have you done using computers? How do you know these things?“²²³ 46 Prozent der Proband:innen assoziierten mit Computern einen Laptop; weitere 40 Prozent einen Desktop-Computer. Ein:e Proband:in erwähnte ein Tablet, während 25 Prozent Tablets als spezielle Technik verstanden. Kein:e Proband:in assoziierte mit Computern andere technisch-digitale Artefakte. Bis auf zwei Proband:innen erwähnte oder zeichnete keine:r das Innenleben eines Computers. Diese beiden zeichneten eine Zentraleinheit (CPU). Die meist gezeichneten und genannten Bestandteile waren Kabel, Monitore

217 Robertson, Manches & Pain 2017, S. 341

218 Ebd.

219 Vgl. ebd., S. 342.

220 Vgl. ebd.

221 Vgl. ebd., S. 343.

222 Vgl. Mertala 2018, S. 56, 59.

223 Ebd., S. 59.

und Tastaturen. Mehr als die Hälfte der Proband:innen nahmen Computer als elektrisch wahr.²²⁴ Mertala stellt fest, dass es auffällig ist, dass die Proband:innen die in der Lebenswelt präsenten Formen von Computern nicht erkennen. Computersysteme als Embedded Systems werden nicht erkannt. Mertalas weist darauf hin, dass wenn Kindern die Programmierbarkeit und die physischen Komponenten gezeigt werden, sie die verschiedenen Ausprägungen von Computersystemen erkennen würden (bspw. Tablets).²²⁵

In der 2021 veröffentlichten Dissertation von Pancratz wurden Vorstellungen von Achtklässler:innen zum Aufbau von Informatiksystemen untersucht. Mittels Concept Mapping und Interviews wurden die Vorstellungen erhoben und mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse kategorisiert. Die anschließende Hierarchisierung dient der Aufarbeitung für den Unterricht.²²⁶ Smartphones, Spielekonsole und Staubsaugerroboter waren Gesprächsgrundlage. Pancratz fasst seine Ergebnisse unter drei Perspektiven in Bezug auf bisherige Forschungsergebnisse zusammen: In Bezug auf die erste Kategorie, in welcher Vorstellungen fachliche Richtigkeit und grundlegende Wirkprinzipien widerspiegeln, verweist Pancratz auf die Möglichkeit einer Erweiterung und Festigung der Vorstellung hinsichtlich des *Conceptual-Change-Ansatz*. Die Lernenden benannten wichtige Komponenten und teilweise auch deren Funktionen, wie u. a. Sensoren, Anschlüsse und Laufwerke (Steuerung von Prozessen). Zudem wurde ein Speicher und „gespeicherte Sachen“²²⁷ als Daten von den Proband:innen angeführt. Sie nahmen auch Ein- und Ausgabekomponenten als mögliche Erweiterung zu bestehenden Informatiksystemen (Fernseher und -bedienung) wahr. Sie führten die Programmierbarkeit und die analoge Funktionsweise zu Computern an.²²⁸ Als zweite Kategorie werden solche Perspektiven verstanden, welche unvollständig und teilweise im Gegensatz zu fach-

224 Vgl. Mertala 2018, S. 60.

225 Vgl. ebd., S. 63: Mertala bezieht sich dabei auf die angeführte Studie von Robertson, Manches & Pain 2017.

226 Vgl. Pancratz 2021, S. i.

227 Ebd., S. 182 f.

228 Vgl. ebd.

lich korrekten Perspektiven stehen. *Pancratz* beschreibt, dass eine un-terrichtliche Thematisierung zur Anschlussfähigkeit der Konzepte führen könnte. Relevante Konzepte und Aussagen belaufen sich auf: Mit Sachen programmierte Festplatten bzw. Chips und miteinander verka-belte und verschraubte Komponenten sowie der Umstand, dass die Existenz von Informatiksystemen Programmierung voraussetzt.²²⁹ Abschließend sind solche Schüler:innenvorstellungen angeführt, welche nicht der technologischen Sicht entsprechen. *Pancratz* charakterisiert diese als Fehlvorstellungen. Im Folgenden werden diese nicht aufgelistet, da diese Vorstellung einen starken Gegenstandsbezug haben.²³⁰

Pancratz fasst die Vorstellungen der Achtklässler:innen wie folgt zusammen: Die Proband:innen führten die Notwendigkeit von Strom und die Veränderbarkeit des Informatiksystems durch Programmierung an. Des Weiteren besitzen Informatiksysteme zentrale Komponenten, welche zur „Prozessverarbeitung, Datenspeicherung und teilweise auch der Energiespeicherung“²³¹ zuständig sind. Die Proband:innen benannten diese zentrale Komponente als Laufwerke, Chips oder auch Festplatten. Auf ihnen sind Daten – auch als *alles* benannt – dauerhaft oder auch kurzfristig enthalten. Die zentrale Komponente wird als Analogie zum menschlichen Gehirn betrachtet, welche als essenziell für das Funktionieren angeführt wurde. Eine besondere Relevanz wurde Anschlüssen zugewiesen. Ebenfalls wurde das Innenleben von Informatiksystemen oftmals mit Kabeln und Schrauben assoziiert.²³² *Pancratz* setzt die zentrale Einheit wie folgt in Verbindung mit dem EVA-Prinzip:

„Diese zentrale Komponente nimmt somit in der Vorstellungswelt der befragten Schülerinnen eindeutig die Rolle der Verarbeitungseinheit im Sinne des EVA-Prinzips ein [...] und tritt dementsprechend in Verbindung mit Eingabe- sowie Ausgabeeinheiten, auch wenn den Schülerinnen die Möglichkeit zur Verallgemeinerung der jeweils zuordenbaren [sic!] Komponenten oft nicht bewusst zu werden scheint“²³³.

229 Vgl. *Pancratz* 2021, S. 183 f.

230 Vgl. ebd., S. 184 f.

231 *Pancratz* 2021, S. 188.

232 Vgl. ebd., S. 188 f.

233 Ebd., S. 189.

