

2 Begriffsklärung

Das folgende Kapitel definiert die Begriffe Informatiksysteme sowie Mikrocontroller und konkretisiert diese Phänomene anhand des Calliope mini. Daran anschließend werden die Grundsätze der technischen und informatischen Bildung herausgearbeitet, in deren Spannungsverhältnis sich der Calliope mini befindet.

2.1 Was sind Informatiksysteme?

Informatiksysteme sind durch deren „spezifische Zusammenstellung von Hardware, Software und Netzverbindungen zur Lösung eines Anwendungsproblems“²⁰ gekennzeichnet. Unter dem Begriff der Hardware werden die technischen Komponenten gefasst. Dazu zählt der Aufbau, die grundlegende Organisation von Computersystemen und deren Bestandteile, wie bspw. Prozessoren, Speicher, Schnittstellen und Peripheriegeräte. Das Pendant ist die Software, welche die Bereiche der Systemsoftware und -technologie umfasst. Ersterer umfasst Algorithmen, Datentypen und -strukturen. Letzterer enthält vor allem den Bereich der Programmierverfahren. Unter dem Oberbegriff Software lassen sich zusätzlich alle Anwendungsprogramme verorten, in welchen sich u. a. mit Datenbank- als auch Informationssystemen beschäftigt wird.²¹

Informatiksysteme sind primär nicht auf die technischen Gegebenheiten reduzierbar, sondern umfassen viel mehr Fragen und Lösun-

20 Claus & Schwill 2003, S. 301.

21 Vgl. Werner 2004, S. 25 ff.

gen, welche mit ihnen zusammenhängen²². Die technische Zusammensetzung von Informatiksystemen ist abhängig von den Bedürfnissen der Nutzer:innen²³. Informatiksysteme werden diesbezüglich auch als sozio-technische Systeme bezeichnet, was wiederum die sozialen Interdependenzen hervorhebt²⁴. Die Schaffung und Entwicklung dieser Systeme durch den Menschen ist daher an deren Bedürfnisbefriedigung und insbesondere an der Interaktion mit den Bedienungsmöglichkeiten orientiert.²⁵ Informatiksysteme erfordern damit eine physische Präsenz und eine Regelmäßigkeit im Aufbau verschiedener Systeme, begründet durch ihre informationsverarbeitende und -übertragende Funktion. Nicht zuletzt ist die Eigenschaft der Programmierbarkeit maßgeblich.²⁶

Klassische Informatiksysteme sind bspw. Drucker, Fahrstühle, Handys oder auch Autoteile²⁷. Diese werden zumeist als solches erkannt. Bei fortschreitender technischer Miniaturisierung, wie bspw. bei Spielpuppen, Babyphonen, Motorsteuerungen, Handys, Kameras und Waschmaschinen, wird das zu Grunde liegende Phänomen oftmals nicht bewusst wahrgenommen²⁸.

2.2 Funktion und Eigenschaften des Calliope mini

Die Steuerung- und Kommunikationsaufgaben der soeben beschriebenen Informatiksysteme übernehmen zumeist Mikrocontroller²⁹. Der Begriff des Mikrocontrollers wird im Rahmen dieser Arbeit anhand des Calliope mini aufgegriffen. Dazu werden ausgewählte technische und informatische Grundlagen vereinfacht erläutert.

22 Vgl. Claus & Schwill 2003, S. 301.

23 Ebd.

24 Vgl. Humbert 2003, S. 64.

25 Vgl. Haus der kleinen Forscher 2017, S. 9.

26 Vgl. Pancratz 2021, S. 49.

27 Vgl. Haus der kleinen Forscher 2017, S. 9.

28 Vgl. Duddeck 2016, S. 43; Bergner et al. 2018, S. 269; Herold et al. 2023, S. 41.

29 Vgl. Brinkschulte & Ungerer 2010, S. 1.

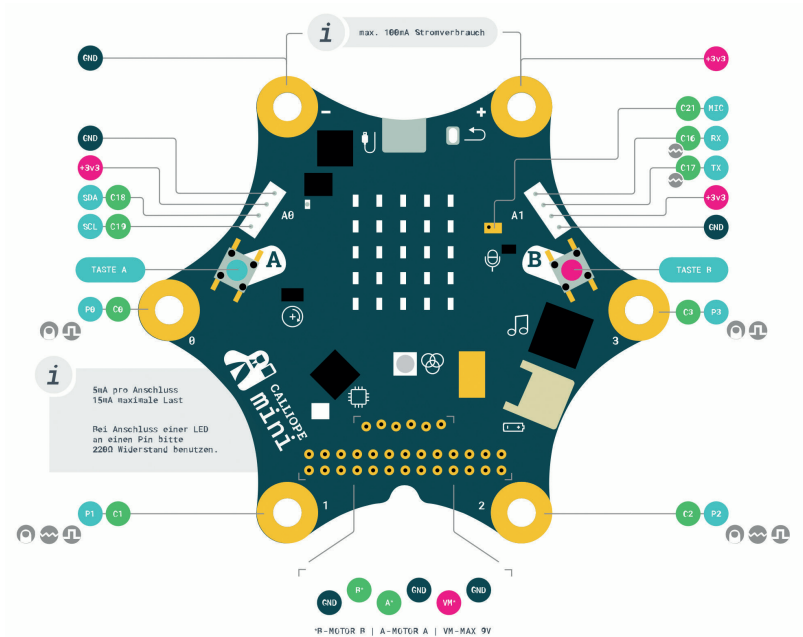


Abbildung 1: Calliope mini v2

Dabei ist zunächst die didaktische Funktion und der Einsatz des Calliope mini für die schulische Bildung hervorzuheben. Der Calliope mini wurde bewusst für Kinder und damit auch für den schulischen Einsatz konzipiert und unterscheidet sich von einem gebrauchsfähigen Mikrocontroller in Größe, Unempfindlichkeit der Hardware und Implementierung gewisser Peripheriegeräte auf derselben Platine mit den Verarbeitungsinstanzen. Durch die offene Gestaltung des Calliope mini werden innenliegende Funktionsprinzipien auf der Hardwareebene (und ggf. auch Softwareebene) freigelegt, wodurch das technisch-informatische Phänomen rund um das Funktionieren von Informatiksystemen zugänglich wird.³⁰

Losgelöst von seiner didaktischen Funktion ist der Calliope mini der Kategorie eines Mikrocontrollers zu zuordnen, welcher sinnbildlich

30 Vgl. Fasel 2016; Noller 2016.

als kleiner Mikrorechner (auch: Computersystem) zu verstehen ist³¹. Mikrorechner werden zur Steuerung oder Kommunikation in *Embedded Systems* entwickelt. Diese Systeme umfassen u. a. Taschenrechner, Mobiltelefone, Haushalts- und Kommunikationsgeräte, bei welchen die Steuerung durch ein Computersystem oberflächlich nicht ersichtlich ist. Für Mikrocontroller ist charakteristisch, dass grundlegende Komponenten auf einem einzelnen Chip verbaut werden.³² Je nach Funktion des Mikrocontrollers werden neben den klassischen Komponenten, wie der Zentraleinheit (CPU) und dem Speicher, auch weitere Ein- und Ausgabeschnittstellen eingesetzt³³. Wesentlicher Vorteil ist nicht nur die geringe Größe des Mikrocontrollers, sondern auch die Integration mehrerer Komponenten auf einem Chip, sodass u. a. durch die Systemkompaktheit Kosten und Fehleranfälligkeiten reduziert werden. Zudem bietet die Programmierfunktion hohe Flexibilität in der Anpassung und Modifikation dieser Steuerungssysteme.³⁴

Das EVA-Prinzip (*Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe*) liegt jedem Informatiksystem zu Grunde und beschreibt die Datenverarbeitung. Kernstück des Verarbeitungsschritts ist die Zentraleinheit, welche das Rechen- und Steuerwerk sowie die Arbeits- und Programmspeicher beinhaltet. Hierunter sind auch jene Komponenten inkludiert, welche sich der Steuerung von Ein- und Ausgabekomponenten widmen.³⁵ Die Eingabe- und Ausgabekomponenten „dienen nicht nur der Eingabe von Daten und der Ausgabe von Ergebnissen, sondern außerdem zum Datenaustausch mit Peripheriegeräten wie beispielsweise Tastatur, Maus oder Drucker“³⁶. Der Datenaustausch geschieht über sogenannte BUS-Systeme³⁷.

Die im Kontext dieser Arbeit relevanten Komponenten werden im folgenden Abschnitt anhand des Calliope mini V2.1 aufgezeigt und

31 Vgl. Wüst 2003, S. 190.

32 Vgl. ebd.; Brinkschulte & Ungerer 2010, S. 2; Herold et al. 2023, S. 41.

33 Ebd.

34 Vgl. Wüst 2003, S. 190.

35 Vgl. Ernst, Schmidt & Beneken 2015, S. 13.

36 Ernst et al. 2015, S. 232, 251, 254 zit. n. Pancratz 2021, S. 56.

37 Vgl. Herold et al. 2023, S. 94 f.

grundlegend erklärt. Die nicht angeführten Komponenten sind für das Forschungsvorhaben nicht relevant.³⁸

Der Calliope mini weist einen USB-Anschluss zur Datenübertragung auf, wie auch einen Interface-Prozessor. Der *Raspberry PI RP2040* agiert als Brücke zwischen dem Universal Serial Bus (USB) und dem Anwendungsprozessor, indem Programmcodes über serielle Kommunikationsschnittstellen (bspw. UART) auf diese geladen werden³⁹. Der Calliope mini besitzt in diesem Bereich einen zusätzlichen Flash-Speicher, welcher zur Aufnahme von Daten vorhanden ist und diese auch nach dem Abschalten der Versorgungsspanne erhält⁴⁰.

Der *Nordic nRF51822* ist der Anwendungsprozessor, welcher die Programme ausführt und an alle (Peripherie-)Komponenten angeschlossen ist⁴¹. Dieser Prozessor ist innerhalb der CPU und mit allen Peripheriekomponenten durch sogenannte BUS-Systeme und weitere Schnittstellen verbunden⁴². Der *ARM Cortex-M0 CPU* ist die Zentraleinheit des Calliope Mini, welcher auch als Prozessor oder *Central Processing Unit (CPU)* bezeichnet wird. Hauptfunktion der CPU ist die „Durchführung der eigentlichen Datenverarbeitung [sowie die] Ansteuerung aller notwendigen Funktionseinheiten, wie Speicher, Ein- und Ausgabeeinheiten, Schnittstellen usw.“⁴³ Der *Nordic nRF51822* verfügt zudem über einen Arbeitsspeicher namens *Random-Access-Memory (RAM)* und eine *Flash-Speicher*⁴⁴. Der RAM, auch Arbeitsspeicher genannt, umfasst nicht nur das auszuführende Programm, sondern auch die zu verarbeitenden temporären Daten⁴⁵.

Im Bereich der Peripheriekomponenten werden verschiedene Eingabekomponenten beschrieben. Grundlegende Eingabekomponenten des Calliope mini sind u. a. *Knöpfe A & B* sowie *Pins 0–3*.⁴⁶ Zudem

38 Eine Begründung der Auswahl der Komponenten ist Kapitel 6.4 zu entnehmen.

39 Vgl. Calliope 2024b; Wüst 2003, S. 191.

40 Vgl. Calliope 2024b; Gehrke & Winzker 2022, S. 412.

41 Vgl. Calliope 2024b; Nordic Semiconductor.

42 Vgl. Herold et al. 2023, S. 97.

43 Wüst 2003, S. 4.

44 Vgl. Calliope Dokumentation.

45 Vgl. Herold et al. 2023, S. 97.

46 Vgl. Calliope gGmbH 2024c.

verfügt der Calliope mini über serielle Kommunikationsschnittstellen für analoge und digitale Daten, u. a. namens *UART* und *I²C*⁴⁷. Als Ausgabekomponenten verfügt er u. a. über eine LED Display Matrix und ein Mikrofon⁴⁸.

Der Calliope mini lässt sich mittels verschiedener Programmierumgebungen programmieren. Die frei zugängliche MakeCode-Programmierungsumgebung, bereitgestellt und entwickelt durch Microsoft Research, ist die bewährte und gängige Umgebung. Diese bietet die Möglichkeit, sowohl block- als auch textbasiert zu programmieren.⁴⁹ Anders als bei den anderen kostenlosen Programmierungsumgebungen⁵⁰ kann bei MakeCode mit der niedrighschwelligen Blockprogrammierung gestartet werden, um anschließend auf eine gängige Programmiersprache (*Python/Java*) zu wechseln. Ebenfalls ist MakeCode mit allen Calliope mini Generationen kompatibel und lässt auch die Programmierung von Zusatzkomponenten wie bspw. JadaC-Modulen zu.⁵¹

2.3 Technische oder informatische Bildung?

Im Folgenden wird auf die Bereiche Technik und Informatik und deren Bildungsbezug eingegangen. Im Anschluss wird der Calliope mini entsprechend verortet.

2.3.1 Technik und technische Bildung

Technik beschreibt „die Menge der nutzenorientierten, künstlichen, gegenständlichen Gebilde“⁵², welche auch als Artefakte oder Sachsysteme beschrieben werden. Artefakte sind grundsätzlich etwas „Erzeug-

47 Vgl. Herold et al. 2023, S. 94; Wüst 2003, S. 191.

48 Vgl. Calliope gGmbH 2024c.

49 Vgl. Calliope gGmbH 2024d.

50 Vgl. Calliope gGmbH 2024e.

51 Vgl. Calliope gGmbH 2024d.

52 Ropohl 2009, S. 31.

tes⁵³, was auf deren Entstehungs- und Verwendungszusammenhang mit menschlichen Handlungen und damit auch auf fortwährende Wandelbarkeit verweist⁵⁴. Technische Artefakte bestehen aus zwei Komponenten: Technische Bauteile weisen Interdependenzen mit sozialen Bedienelementen⁵⁵ auf. Der sogenannte sozio-technische Charakter beschreibt die untrennbare Abhängigkeit beider Komponenten⁵⁶. Diese Charakteristik basiert darauf, dass technische Artefakte keinen Selbstzweck erfahren⁵⁷. Technik zeichnet sich durch die Offenheit der Entscheidungen über die Gestaltung derselben aus, was ebenfalls die Bewertung der „Angemessenheit technischer Lösungen“⁵⁸ und damit auch die kulturprägende Wirkung einbezieht.

Für die menschliche Bedürfnisbefriedigung nehmen technische Artefakte in der heutigen Zeit einen enormen Stellenwert ein. Dies ist auf die technische Durchdringung „sämtlicher Lebens- und Arbeitsbereiche der Menschen“⁵⁹ zurückzuführen, wobei die technischen Artefakte als solche nicht unbedingt ersichtlich sind.⁶⁰ Technik wird daher „als System materieller Mittel und Verfahren begriffen, dass durch menschliches Handeln erzeugt und eingesetzt wird, um gesetzte Ziele zur Befriedigung gesellschaftlicher und individueller Bedürfnisse zu erreichen [...]“⁶¹. *Mammes & Tuncsoy* beschreiben technische Artefakte vor diesem Hintergrund als ein zielorientiertes Ereignis, welches zwischen Natur, Mensch und Gesellschaft besteht⁶². Der vom Menschen intendierte und realisierte Werkzeugcharakter wirkt sich wiederum auf den

53 Banse 2013, S. 26 zit. n. Adenstedt 2021, S. 74.

54 Vgl. ebd.; Ropohl 2009, S. 31; Mammes 2016, S. 155.

55 Soziale Bedienelemente sind technische Bauteile, die in der Interaktion mit Menschen zum Funktionieren eines Artefaktes beitragen. Beispielhaft ist der Knopf des Calliope mini anzuführen. Erst durch das Drücken des Knopfes – die soziale Interaktion – führt der Calliope mini eine Aktion aus.

56 Vgl. Graube 2016, S. 73; Banse 2013, S. 27 zit. n. Mammes 2018, S. 204 f.

57 Vgl. Mammes & Tuncsoy 2013, S. 11.

58 Graube et al. 2015, S. 39.

59 Graube 2016, S. 72.

60 Vgl. ebd.

61 Ebd., S. 73.

62 Vgl. Mammes & Tuncsoy 2013, S. 11.

vorigen Dreiklang aus⁶³. *Mammes* klassifiziert technische Artefakte und Prozesse als technische Phänomene. Beispielhaft wird das Auto und dessen Bewegungen angeführt⁶⁴. Im weiteren Sinne ist damit auch das nicht Ersichtliche, also ein Computersystem, eingeschlossen.

Nach der Finalorientierung von *Graube* besteht eine technische Handlungskompetenz zum einen aus dem Nutzen von technischen Mitteln und zum anderen aus der Schaffung und Konstruktion derselben⁶⁵. Problematisch ist jedoch, dass jene Konstruktion und Schaffung in heutiger Gesellschaft spezialisierten und arbeitsteiligen Randgruppen vorbehalten ist. Vor dem Hintergrund der gegenwärtigen und sich zuspitzenden Präsenz moderner technisch-digitaler Artefakte im Alltag beschränkt sich die Auseinandersetzung mit diesen regelmäßig auf ein oberflächliches Anwenden.⁶⁶ Dies äußert sich durch das Delegieren von alltäglichen Problemen mit technisch-digitalen Artefakten an Fachpersonal⁶⁷. Das Ziel einer frühen technischen Bildung setzt hier an und strebt ein grundlegendes Verständnis elementarer technischer Vorgänge an, um im Rahmen einer Technikmündigkeit u. a. soziale und wirtschaftliche Folgen, wie auch wissenschaftliche und technische Entwicklungen schaffen, bewerten und einschätzen zu können⁶⁸.

Technische Bildung im Sachunterricht verfolgt nach dem Strukturansatz von *Sachs*⁶⁹ u. a. das Ziel, ein grundlegendes Verständnis von technischen Gegenständen und Verfahrensweisen zu vermitteln⁷⁰. Dieser von *Mammes & Tuncsoy* als „Kenntnisperspektive“ bezeichnete Bereich wird durch die „Handlungs- und Bewertungsperspektive“ ergänzt: Die „Handlungsperspektive“ greift zunächst technikbezogene Fähigkeiten auf, welche sich in der Entwicklung einer technischen Handlungsfähigkeit äußern⁷¹. Die „Bewertungsperspektive“ zielt auf

63 Vgl. Graube 2016, S. 74.

64 Vgl. Mammes 2018, S. 204 f.

65 Vgl. Graube 2016, S. 73 f.

66 Vgl. Mammes & Tuncsoy 2013, S. 9.

67 Vgl. ebd.; Graube 2016, S. 73 f.

68 Vgl. Graube et al. 2015, S. 23.

69 Vgl. Sachs 1981, S. 59 f.

70 Vgl. Dölle 2023, S. 188; Mammes & Tuncsoy 2013, S. 12; Schmayl 2019, S. 192 ff.

71 Vgl. Dölle 2023, S. 188; Mammes & Tuncsoy 2013, S. 12.

die umfassende Bewertung von Technik und der Auswirkungen ab⁷². Vollendet werden diese durch die „vorberufliche Orientierungsperspektive“, welche auf die zunehmende Rolle technischer Berufe in unserer Gesellschaft abzielt⁷³.

Demnach soll mittels eines aktiven und konstruierenden Technikunterricht dem abfallenden Interesse (an der Entwicklung und Herstellung von Technik) beim Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe begegnet werden, um so der aufkommenden Aversion entgegenzuwirken⁷⁴. Durch die mangelnde Thematisierung von Technik in der kindlichen Lebenswelt wird diese Vermeidungshaltung begünstigt⁷⁵. Verstärkt wird dieser Umstand durch eine mangelnde technische Kompetenz der Lehrkräfte sowie einer daraus resultierenden fehlenden Umsetzung technischer Inhalte im Sachunterricht⁷⁶. *Mammes & Tuncsoy* sowie *Möller* betonen hier die Relevanz einer frühen Thematisierung von Technik, da sich diese positiv auf das Interesse an technischen Inhalten und das technikbezogene Selbstkonzept auswirkt⁷⁷.

Dies bedeutet nicht, dass Technik durch mangelnde schulische Thematisierung weniger im Leben von Kindern anzutreffen ist, sondern eher, dass Technik vor dem Hintergrund der Digitalisierung, verschweißter Plastikgehäuse, Elektrik und modularen Bauweisen nicht als solche erkennbar ist⁷⁸. Technische Bildung forciert hingegen eine Technikmündigkeit, welche sich nicht ausschließlich einem reinen Nutzen von Technik verschreibt, sondern auf der Basis von technischen Grundlagen auch das Abschätzen und Bewerten von technischen Artefakten und Handlungen gegenüber Individuen und Gesellschaft beschreibt⁷⁹. *Schmayl* führt verschiedene Methoden an, welche ausgehend von einer Problemorientierung im Technikunterrichts kreative

72 Vgl. *Mammes & Tuncsoy* 2013, S. 12.

73 Vgl. ebd., S. 9; *Schmayl* 2019, S. 192.

74 Vgl. *Graube et al.* 2015, S. 22; *Dölle* 2023, S. 188; *Mammes* 2018, S. 204; *Mammes & Tuncsoy* 2013, S. 9 f.; *Möller* 2000, S. 333.

75 Vgl. *Möller* 1998, S. 89; *Mammes & Tuncsoy* 2013, S. 10; *Acatech* 2009.

76 Vgl. *Mammes & Tuncsoy* 2013, S. 16.

77 Vgl. *Mammes & Tuncsoy* 2013, S. 9 f.; *Möller* 2000, S. 332 f.

78 Vgl. *Mammes, Zolg & Dölle* 2022, S. 158.

79 Vgl. *Mammes & Tuncsoy* 2013, S. 9.

Lösungen von den Schüler:innen fordern. Dabei werden neben Konstruktions-, Fertigungs- und Reparaturaufgaben auch Experimente und technische Analysen genannt.⁸⁰ Ausgehend davon ist Technikunterricht als produktiv, konstruierend und problemlösend anzusehen und umfasst im Strukturansatz folgende Problem- und Handlungsfelder:

- Arbeit und Produktion
- Bauen und Wohnen
- Transport und Verkehr
- Versorgung und Entsorgung
- Information und Kommunikation
- Haushalt und Freizeit⁸¹
- Schützen und Sichern⁸²
- Selbstentfaltung und Lebensgestaltung⁸³.

Betont werden muss, dass dieser Ansatz vom Menschen und damit von dem Verwendungsansatz technischer Artefakte ausgeht und nicht von den Sachsystemen selbst. Begründet hat *Sachs* dies durch die Wirkungen der Technik innerhalb der angeführten Problem- und Handlungsfelder.⁸⁴ Nach diesem Ansatz wird Technik unter den Problem- und Handlungsfeldern wie etwa „Bauen und Wohnen“ oder auch „Informationen und Kommunikation“ betrachtet, also hinsichtlich des Verwendungszwecks und nicht des Artefakts selbst. Der Strukturansatz muss daher gesondert betrachtet: Nach *Schmayl* verortet sich dieser Ansatz in einer human-sozialen Dimension von Technik⁸⁵, welche nicht auf

80 Vgl. Mammes & Tuncsoy 2013, S. 13; Schmayl 2019, S. 209: Schmayl führt hin-zukommend Lehrgänge an. Diese Aufgabenbereiche umfassen jegliche fachspezifi-schen Methoden.

81 Vgl. Mammes & Tuncsoy 2013, S. 13; Graube 2016, S. 73; Sachs 1981, S. 64; GDSU 2013, S. 63.

82 Die Problem- und Handlungsfelder wurden im Laufe der Jahre überarbeitet und ergänzt. Die von Sachs angeführten Felder wurden um „Haushalt und Freizeit“ und „Schützen und Sichern“ von Schlagenhauf 2009 (zit. n. Graube 2016, S. 73) sowie auch durch Schmayl 2019, S. 195 ergänzt.

83 Das Problem- und Handlungsfeld „Selbstentfaltung und Lebensgestaltung“ wurde durch Schmayl 2019, S. 195 ergänzt.

84 Vgl. Sachs 1981/2001 zit. n. Schmayl 2019, S. 193.

85 Vgl. Ropohl 2009, S. 32.

die Technik der Sache selbst, die Artefakte, abzielt. Dieser Ansatz kann nichtsdestotrotz im weiteren Sinne eine Einordnung des Gegenstandes dieser Untersuchung im Bereich der Technik ermöglichen und damit auch das Vorhandensein von komplexen technischen Artefakten in der Lebenswelt von Kindern begründen.⁸⁶ Daraus folgt die Einordnung des Mikrocontrollers im Bereich der Technik. Trotzdem kann nicht außer Acht gelassen werden, dass Mikrocontroller aus „informationsverarbeitende[n] Teilsysteme[n]“⁸⁷ bestehen, weshalb diese Arbeit auch die Informatik sowie die informatische Bildung beleuchtet⁸⁸. *Goecke, Stiller & Schwanewedel* führen dabei an, dass

„ein grundlegendes Verständnis der Funktionsweisen von zunehmend auch auf digitaler Technik basierenden Artefakten [...] eine wichtige Voraussetzung der Entwicklung von Technikmündigkeit [ist], also der Befähigung zur mündigen Teilhabe an von Technik geprägter Gesellschaft.“⁸⁹

Sie begründen damit die Relevanz informatischer Grundbildung und verweisen auf das Abdecken eines lebensweltlich bedeutsamen Bereichs von Kindern⁹⁰. Die informatische Bildung ist dementsprechend unter der technischen Bildung zu subsumieren. *Goecke, Stiller & Schwanewedel* weisen nicht nur dem Algorithmusverständnis enorme Relevanz hinsichtlich der Bewertungs-, Kenntnis- und Handlungsperspektive zu, sondern betonen dies auch bezüglich der Teilsysteme für Computertechnik⁹¹. Schlussfolgern lässt sich, dass informatischer Bildung auch das Verstehen der technischen Funktionsweise von Informationssystemen inkludiert.

86 Vgl. Schmayl 2019, S. 197.

87 Goecke, Stiller & Schwanewedel 2021, S. 121.

88 Vgl. ebd.; Bergner et al. 2018, S. 42.

89 Goecke, Stiller & Schwanewedel 2021, S. 121.

90 Vgl. ebd.

91 Vgl. Mammes & Tuncsoy 2013, S. 12; Goecke, Stiller & Schwanewedel 2021, S. 121.

2.3.2 Informatik und informatische Bildung

In der Informatik wird sich mit der technisierten, automatisierten und systematisierten Informationsverarbeitung in Zusammenhang mit Computersystemen auseinandergesetzt⁹². Claus & Schwill definieren die Informatik als „Wissenschaft von der systematischen Darstellung, Speicherung, Verarbeitung und Übertragung von Informationen, besonders der automatischen Verarbeitung mithilfe von Digitalrechnern (Computer)“⁹³. Dies umfasst Prozesse, bei welchen

- „Abläufe automatisiert gesteuert oder geregelt (die Ampelsteuerung, der Fahrplan der Bahn oder die Tour des Müllwagens, das Programm der Waschmaschine),
- Daten digital gespeichert und ausgegeben (Kamera, Hörbuch),
- Daten übertragen (Handy, Fernseher, Radio) oder
- Daten verändert und berechnet [...] (die Wettervorhersage, der Taschenrechner, das Navigationssystem im Auto...)“⁹⁴

werden.

Informatische Bildung ist unter verschiedenen Perspektiven der Grundschulbildung zu verorten. Diese wird zunächst als Teilaspekt der digitalen Bildung begriffen und bezieht jene Inhaltsbereiche mit ein, welche auf das Verstehen grundlegender Informationsverarbeitungskonzepte abzielen und jene Problemlösekompetenzen beinhalten, welche zum konstruktiven Verstehen der Informationsgesellschaft beitragen. Die digitale Bildung umfasst jedoch auch den Bereich des reflektierten Nutzens von Medien in Bezug auf deren Bedeutung und Wirkung.⁹⁵ Die informatische Bildung soll hingegen ermöglichen, das *Blackboxphänomen* rund um das Funktionieren und Gestalten eines Computers für die Kindern offenzulegen, um grundlegende Funktions-

92 Vgl. Werner 2004, S. 25; Herold et al. 2023, S. 28; Haus der kleinen Forscher 2017, S. 7.

93 Claus & Schwill 2003, S. 294.

94 Bergner et al. 2018, S. 20.

95 Vgl. Haus der kleinen Forscher 2017, S. 9.

prinzipien kritisch reflektieren und betrachten zu können⁹⁶. Informatische Bildung setzt an der Offenlegung bisher verborgener Prinzipien und Konzepte an, welche das Verstehen und die Konstruktion digitaler Artefakte maßgeblich bedingen und welche ein Nachvollziehen unabdingbar für das Erschließen dieser Welt machen⁹⁷. Schmid, Weitz & Gärtig-Daugs fassen informatische Bildung wie folgt zusammen:

„Informatikunterricht in der Grundschule soll Schülerinnen und Schüler anregen, sich mit Phänomenen aus der Alltagswelt auseinanderzusetzen, und sie befähigen, die dahinter liegenden informatisch modellierte Prinzipien zu erkennen, sowie Informatiksysteme kompetent, selbstbestimmt und kritisch reflektiert zu nutzen“⁹⁸.

Im Gegensatz zum fächerübergreifenden Konzept der digitalen Bildung kann die informatische Bildung auch punktuell in der technischen Bildung im Sachunterricht verankert werden⁹⁹. Deutlich wird dies an der Überschneidung grundlegender Konzepte von Technik und Informatik, wie etwa am Beispiel des Mikrocontrollers: Dieser ist etwas „Erzeugtes“¹⁰⁰, welches ohne menschlichen Eingriff keinen Selbstzweck erfährt. Erst durch seinen sozio-technischen Charakter wird der Entstehungs- und Verwendungszusammenhang mit dem menschlichen Handeln und damit auch die gestalterische Offenheit und Veränderbarkeit von Technik deutlich.¹⁰¹ Dieses Argument findet ebenfalls Bestätigung in einer weiten Sichtweise der Informatik, in welcher Informatiksysteme mittels Sensoren und Aktoren in ihrer Systemumwelt betrachtet werden. Informatische Probleme erfordern informatisch-technische Lösungen unter Einbezug jeglicher Peripherie sowie der Systemumwelt. Demnach werden solche Systeme als sozio-technisch bezeichnet.¹⁰² Hierbei kann nicht außer Acht gelassen werden, dass die technische Zusammenstellung von Mikrocontrollern – wie die

96 Vgl. Schmid & Gärtig-Daugs 2018, S. 79.

97 Vgl. Bergner et al. 2018, S. 43 f.

98 Schmid, Weitz & Gärtig-Daugs 2018, S. 201.

99 Vgl. Goecke, Stiller & Schwanedel 2021, S. 121.

100 Banse 2013, S. 26 zit. n. Adenstedt 2021, S. 74.

101 Vgl. Mammes & Tuncsoy 2013, S. 11.

102 Vgl. Döebli Honegger 2017, S. 69.

informationsverarbeitenden Teilsysteme und die Programmierung auf dem Mikrocontroller – variabel gestaltet werden können und damit im vorigen beschriebenen Prozess mitgedacht werden müssen.

Kinder sollen erfahren, dass digitale Systeme – genauso wie technische Systeme – individuell gestaltbar sind. Hervorgehoben werden soll gerade die Gestaltbarkeit hinsichtlich der zweckbezogenen Beschaffenheit, welche immer wieder kritisch in Bezug auf die Übereinstimmung von Funktion und Bedürfnis hinterfragt werden muss.¹⁰³ Die Kinder sollen erkennen, dass sie die Welt „in der Rolle der Konstrukteurin/des Konstrukteurs erleben und die digitale Welt mitgestalten können“¹⁰⁴, um eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung auszuprägen und somit eine eigenständige Haltung sowie Interesse an diesem Bereich zu entwickeln. Bedingt wird dies durch das Erkunden informatischer Phänomene und das Nutzen fachspezifischer Praktiken.¹⁰⁵ Eine Handlungsfähigkeit setzt Verstehen und Wissen voraus, wie die digitale Welt und ihre Computersysteme funktionieren¹⁰⁶. Der Erwerb erfordert Handlungs- und Konstruktionsaufgaben¹⁰⁷. Intendiert wird, dass sich nicht nur auf das Programmieren und damit verbundene prozessbezogenen Kompetenzen (*Problemlösen, Modellieren, Implementieren, Computational Thinking*) bezogen wird, sondern auch auf das Verständnis zum Aufbau und zur Arbeitsweise von Informatiksystemen. Ähnlich wie bei der technischen Bildung wird auf das soziale Bezugssystem von digitalen Artefakten verwiesen, welches eine kritische Reflexion der Wechselwirkungen der Interaktionen zwischen Menschen und digitalen Artefakte beinhaltet.¹⁰⁸

Auch wenn bei der informatischen und technischen Bildung in grundlegenden Beschaffenheiten ähnliche Schwerpunkte gelegt wer-

103 Vgl. Bergner et al. 2018, S. 62.

104 Ebd.

105 Vgl. Best et al. 2021, S. 8.

106 Vgl. Röhner 2021, S. 368; Gibson 2012, S. 34 zit. n. Röhner 2021, S. 368.

107 Vgl. Röhner 2021, S. 367 f.

108 Vgl. Best et al. 2021, S. 6; Schubert & Schwill 2011, S. 213; Humbert 2003, S. 64.

den, bestehen bei den Inhaltsbereichen Unterschiede¹⁰⁹. Die technische Perspektive kann nicht vollständig das „eigenständige, verantwortungsvolle Handeln in einer digital geprägten Lebenswirklichkeit“¹¹⁰ abdecken. Dem liegt zu Grunde, dass die Technisierung von Informationen neben technischen Grundlagen auch die informatische Informationsverarbeitung mit einbezieht¹¹¹.

Laut der *Gesellschaft für Informatik* befasst sich die informatische Bildung mit solchen Inhalten, welche ihren Ausgangspunkt in der Fachdisziplin nehmen und einen Bezug zur Lebenswelt der Kinder aufweisen¹¹². In der technischen Bildung werden Inhaltsbereiche ausgehend von der sozialen-humanen Dimension nach *Ropohl* bestimmt. Die Inhaltsbereiche der technischen Bildung sind für die Kinder zugänglicher, da die Inhaltsbereiche der Lebenswelt der Kinder bzw. des Menschen entspringen (z. B. *Arbeit & Produktion* sowie *Transport & Verkehr*).¹¹³ Die festgelegten Inhaltsbereiche der *Gesellschaft für Informatik* lassen sich in der naturalen bzw. untergeordneten ingenieurwissenschaftlichen Dimension nach *Ropohl* einordnen, was eine weitergehende didaktische Aufarbeitung der zu vermittelnden Inhalte erfordert (z. B. *Informationen & Daten* sowie *Algorithmen*)¹¹⁴. Die Inhalte sind nicht auf die Kinder und deren Lebenswelt ausgerichtet, was durch die Entstehung des Leitfadens für die Primarstufe der *Gesellschaft für Informatik* bestärkt wird: Dieser ist in Anlehnung an die Sekundarstufe I entstanden, wodurch die Inhalte und prozessbezogenen Kompetenzen nicht für Kinder der Primarstufe erstellt worden sind¹¹⁵.

Zum Schluss muss noch einmal betont werden, dass den informatischen Inhaltsbereichen der *Gesellschaft für Informatik* der Lebenswelt-

109 Vgl. Sachs 1981/2001 zit. n. Schmayl 2019, S. 193: Wie in *Kapitel 2.3.1* angeführt: Grundlegendes Verständnis, Handlungsfähigkeit und Bewertung jedoch mit der Fokussierung auf andere inhaltliche Schwerpunkte als bei der technischen Bildung.

110 Bergner et al. 2018, S. 39.

111 Vgl. ebd.

112 Vgl. Gesellschaft für Informatik 2019, S. 9 ff.

113 Vgl. Sachs 1981/2001 zit. n. Schmayl 2019, S. 193; Ropohl 2009, S. 32.

114 Vgl. Ropohl 2009, S. 32; Gesellschaft für Informatik 2019, S. 9 ff.

115 Vgl. Schmid, Weitz & Gärtig-Daugs 2018, S. 201.

bezug nicht gänzlich abzusprechen ist (siehe bspw. *Mensch & Gesellschaft*)¹¹⁶. Der prägnante Unterschied zur weiterentwickelten Didaktik der Technik besteht darin, dass die dort festgelegten Inhaltsbereiche nicht konkret in der Lebenswelt der Kinder verankert sind. Das sozio-technische Bezugssystem wird nicht deutlich und muss aufgearbeitet werden.

116 Vgl. Gesellschaft für Informatik 2019, S. 9 ff.