

8 Fazit – Konsequenzen für den Sachunterricht

Der Bildungsanspruch des Sachunterrichts konzentriert sich überwiegend auf das Wahrnehmen und Verstehen der Lebenswelt und ihrer Phänomene sowie der Ausprägung einer Handlungs- und Mitgestaltungsmöglichkeit.³¹¹ Durch die fortschreitende digitale Revolution und das sich dadurch verändernde Lebensumfeld der Kinder mehrten sich die Forderungen nach einer frühen informatischen Bildung. Diese umfasst nicht nur Fähigkeiten im Bereich des Programmierens; *Schulte & Budde* etwa betonen die erforderliche Handlungsfähigkeit in Bezug auf Informatiksysteme. Vor diesem Hintergrund war es Ziel dieser Masterarbeit, die Eignung der technischen Funktionsweise von Informatiksystemen (am Beispiel des Mikrocontrollers Calliope mini) als Unterrichtsgegenstand zu untersuchen. Sowohl der theoretische als auch der empirische Teil dieser Arbeit haben gezeigt, dass dieses Thema Gegenstand des Sachunterrichts sein kann und auch sollte.

Nach einer kurzen Definition und Einordnung der für diese Arbeit wichtigen Begrifflichkeiten (siehe *Kapitel 2*) konnte mithilfe der Begründungsdimensionen von *Klafki* und der fundamentalen Ideen von *Schwill* aufgezeigt werden (siehe *Kapitel 3*), dass die technische Funktionsweise von Informatiksystemen – unter Rückbezug auf Mikrocontroller – eine erhebliche Relevanz für die gegenwärtige und künftige Lebenswelt der Kinder hat. Insbesondere die Arbeitswelt unterliegt einem stetigen Wandel und erfordert in zunehmendem Maße grundlegende Kenntnisse von Steuerungsmedien. Die Komplexität informatischer Inhalte darf nicht zu dem Schluss führen, dass eine Thematisierung in der Primarstufe ausgeschlossen ist. Vielmehr bedarf es einer didaktischen

311 Vgl. GDSU 2013, S. 9; vgl. Köhnlein 2022, S. 104.

Rekonstruktion der Themen, wie sie bspw. beim Programmieren durch blockbasierte Umgebungen geschaffen wurde. Der Mikrocontroller kann als niedrigschwelliger Zugang zur technischen Funktionsweise genutzt werden, da dieser die grundlegenden Funktionsprinzipien von Informatiksystemen vereinfacht darlegt.

Um dem Bildungsanspruch gerecht zu werden, bedarf es einer ganzheitlichen Betrachtung von Informatiksystemen. Die technische Funktionsweise von Informatiksystemen kann nicht allein als Themengebiet behandelt werden, sondern umfasst vielmehr auch die Programmierung und den Verwendungskontext. Viele der derzeitigen Umsetzungsmöglichkeiten sind derart fachlich reduziert, dass sie einen rezeptionsorientierten Charakter aufweisen, was das Verständnis nicht ausreichend fördert. Vielmehr führen (De-)Montage und Konstruktionsaufgaben zu einem umfassenden Verstehen.³¹² Dies ist durch die hiesige Erhebung bestätigt worden. So konnte die Funktionsweise des Mikrocontrollers von den Kindern tiefgreifender als erwartet erfasst werden, welche ein Vorwissen zum Konzept des Programmierens aufwiesen. Dies legt den Schluss nahe, dass eine Programmieraktivität im Zusammenhang mit Informatiksystemen förderlich für das Informatiklernen ist.

Didaktische Umsetzungen (siehe *Kapitel 3.6*) wie das Physical Computing fordern eine ganzheitliche und konstruierende Thematisierung. Während *Przybylla & Romeike* dies für den Übergang zur Sekundarstufe II aufarbeiten, rekonstruieren *Flemming & Strecker* dies für die Primarstufe. Die Aufarbeitung von *Flemming & Strecker* gab jedoch keinen Blick in die Blackbox. Eine Kontextualisierung hingegen ermöglicht es, im Rahmen eines handlungsorientierten Sachunterrichts ein Verständnis aufzubauen³¹³, welches im Fall von *Flemming & Strecker* eine andere Einbindung des gewählten Mikrocontrollers erfordert, um dessen technische Funktionsweise in den Gestaltungsprozess einer Lösung für ein kontextbezogenes Problem mithilfe von Programmierung

312 Siehe Mammes & Tuncsoy 2013.

313 Vgl. Möller 2015, S. 404.

und Mikrocontroller miteinzubeziehen. Der Calliope mini kann als didaktisches Arbeitsmittel eine solche Arbeitsumgebung darstellen.

Ein Blick in den Forschungsstand zu Kindervorstellungen über technisch-digitale Phänomene (siehe *Kapitel 4*) hat gezeigt, dass bisherige Untersuchungen unzureichend mit Blick auf die Primarstufe sind und insbesondere keine tiefergreifenden Vorstellungen zur technischen Funktionsweise untersucht haben. Lediglich eine jüngst erschienene Dissertation hat Jugendliche der achten Klasse und deren Vorstellungen zu Informatiksystemen behandelt. Die Ergebnisse liefern erste unterrichtliche Anknüpfungspunkte; es bedarf jedoch weiterer Forschung im Bereich der Primarstufe.

Auf Grundlage dieser Forschungslücke wurde im empirischen Teil dieser Arbeit untersucht, welche Vorstellungen Kinder der dritten und vierten Klasse zur technischen Funktionsweise von Mikrocontrollern haben (siehe *Kapitel 5* und *6*). Es hat sich trotz Schwächen im Untersuchungssetting gezeigt, dass Kinder – ohne vorherige unterrichtliche Thematisierung – anschlussfähiges Wissen mit Blick auf informatische Konzepte besitzen (siehe *Kapitel 7*). Diese sind von grundlegender Natur und unterscheiden sich von fachwissenschaftlichen Konzepten. Die Vorstellungen der Kinder weisen jedoch fachlich anschlussfähige Merkmale auf, welche einen ersten Ansatz für eine unterrichtliche Thematisierung ermöglichen. So führt bspw. die sichtbare Architektur des Calliope mini zum Überdenken bisheriger Annahmen und ein Handeln mit diesem ermöglicht das Erschließen einer (bisher unbenannten und unkonkretisierten) Verarbeitungsinstanz und der Peripherie. Insbesondere das für das Informatiklernen elementare EVA-Prinzip wurde durch das Handeln, die Exploration und die Anschauung am konkreten Gegenstand gefördert, was erste Rückschlüsse für eine didaktische Aufarbeitung zulässt.³¹⁴ Die Kinder entwickeln über die Aktivität und die Anschauung zunehmend Vorstellungen. Das Betrachten von Äußerem regte das Nachdenken über innenliegende Prozesse an. Die Erlebensweisen der Kinder divergierten jedoch deutlich. Obwohl viele Kinder

314 Siehe Ansprüche des Sachunterrichts nach Köhnlein 2022, S. 106.

fachliche Unsicherheiten aufwiesen, waren diese bei den Drittklässler:innen am Ausgeprägtesten. Dies äußerte sich in Erlebensweisen, in denen Sichtbares beschrieben wurde, und in der psychologischen Perspektive nach Müller & Schulte³¹⁵. Am häufigsten wahrgenommen wurden die Merkmalsausprägungen der Elektrizität und der zunächst nicht als Erlebensgegenstand intendierten Programmierung. Die Verarbeitung und das EVA-Prinzip wurden in ihren Grundzügen durch manche Kinder wahrgenommen, dies geschah jedoch deutlich reduzierter bei den Signalleitungen und der Unterscheidung zwischen analogen und digitalen Signalen. Möglicherweise ist dies auf die fachliche Abstraktion zurückzuführen, intendiert durch die Interviewerin. Die Erlebensweisen zum Programmieren weisen die meisten Unterschiede auf. Viele Proband:innen nahmen grundlegende Aspekte wie die Programmierbarkeit (also die individuelle Gestaltbarkeit) nicht wahr. Andere hingegen nahmen technische Artefakte als gegeben hin und erfassten nicht, dass dies vom Menschen geschaffene Erfindungen sind. Dies ist vor dem Hintergrund des Erhebungsinstruments zu betrachten, welches nicht für diesen Inhaltsbereich ausgelegt war.

Im Rahmen der doppelten Anschlussfähigkeit als Anspruch des Sachunterrichts³¹⁶ hat die empirische Erhebung dieser Arbeit die Erlebensweisen zum Gegenstand Mikrocontroller vor einer schulischen Thematisierung rekonstruierbar gestaltet. Trotz erster Erkenntnisse hat die empirische Erhebung kein Verständnis grundlegender informatischer Konzepte abgebildet, da keine inhaltliche Intervention stattgefunden hat. Die Frage, wie eine inhaltliche Thematisierung informatischer Konzepte bei den Kindern tragfähige Vorstellungen ausbildet, ist im nächsten Schritt zu beantworten, jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit.

Was muss vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse getan werden, um informatische Bildung in der Schule flächendeckend zu integrie-

315 Siehe Müller & Schulte 2017.

316 Vgl. GDSU 2013, S. 9 f.: Die doppelte Anschlussfähigkeit bezieht sich auf den Anschluss an die vorschulische Bildung und an den Anschluss des Sachunterrichts an den Unterricht der weiterführenden Schule.

ren? An erster Stelle ist die Forschung voranzutreiben, welche nicht nur Forderungen stellt, sondern didaktische Konzepte erarbeitet und den Inhaltsbereich für Lehrkräfte ohne größere Hürden zugänglich gestaltet³¹⁷. In einem zweiten Schritt muss die Ausbildung der Lehrkräfte angepasst werden. Neben obligatorischem Fachwissen müssen didaktische Konzepte vermittelt und die Handlungsfähigkeit der Lehrkräfte ausgebildet werden. Ohne eine solche reiht sich die informatische Bildung zur bereits vernachlässigten technischen Bildung. Auch eine Aufarbeitung der Bildungspläne sowie eine digitale Bildungsstruktur durch iPads führt zu nichts, wenn Lehrkräfte in diesem Bereich nicht handlungsfähig werden. Ebenso gilt dies für die Kinder, wenn ihre Lehrkräfte mangelhaft ausgebildet sind und digitale Bildung durch die Nutzung von iPads auf ein reines Bedienungswissen reduziert wird.

Klafki betonte bereits im späten 20. Jahrhundert vielfach die Notwendigkeit einer schulischen Thematisierung der epochaltypischen Schlüsselprobleme, wozu auch Steuerungsmedien gehören³¹⁸. Auch zu Beginn des 21. Jahrhunderts ist die Durchdringung der Lebensbereiche durch informationsverarbeitende Technik größer denn je und *Klafkis* Forderung dringlich wie nie zuvor. Die Kinder von heute und morgen müssen handlungsfähig werden. Ohne einen solchen zeitnahen Kurswechsel steuern wir auf eine „Bildungskatastrophe“³¹⁹ in diesem Bereich zu.

317 So auch das Projekt der Calliope gGmbH.

318 Vgl. *Klafki* 1985/2007, S. 59 f.

319 Zum Begriff *Picht* 1964; mit Bezug zum Sachunterricht *Klafki* 1985/2007.

