Natürliche Differenzierung im inklusiven Mathematikunterricht der Laborschule

Jan Wilhelm Dieckmann[1], Yannik Wilke[1], Holger Knerndel[2], Carolin Scharf[2], Tim Lukas Schmidt[1]

[1] Universität Bielefeld, Fakultät für Erziehungswissenschaft, Wissenschaftliche Einrichtung Laborschule
[2] Laborschule Bielefeld
Kontakt: j.dieckmann@uni-bielefeld.de, yannik.wilke@uni-bielefeld.de, holger.knerndel@uni-bielefeld.de, carolin.scharf@uni-bielefeld.de, t.schmidt@uni-bielefeld.de

Zusammenfassung: Die Weiterentwicklung von innerschulischen Strukturen und Curricula obliegt – in Anlehnung an administrative Weisungen – den Einzelschulen, dies gilt insbesondere für die Laborschule. Dabei steht als ein Schwerpunkt die inklusionsorientierte Weiterentwicklung im Fokus, die nicht nur in allgemeindidaktischer Perspektive, sondern auch in den verschiedenen Fachdidaktiken von Bedeutung ist. In diesem Kontext wird im Folgenden dargestellt, wie der Mathematikunterricht an der Laborschule auf inklusionspädagogische Fragestellungen ausgerichtet ist. Dafür wird aus inklusions- und mathematikdidaktischer Perspektive auf die Anforderungen an guten Mathematikunterricht eingegangen, ehe die derzeitigen Praktiken der Laborschule und weitere Entwicklungsfelder dargestellt werden.

Schlagwörter: inklusiver Mathematikunterricht, Primarstufe, Sekundarstufe, Differenzierung im Mathematikunterricht, Curriculumsentwicklung

1 Einleitung

Die Frage nach einem gelingenden inklusiven Mathematikunterricht ist nicht trivial. So gelten insbesondere fachliche und soziale Partizipationsmöglichkeiten aller Lernenden und die Arbeit an einem gemeinsamen Gegenstand als hochrelevant (Feuser, 1989)[1]. Dabei unterscheiden sich die Kriterien für einen inklusiven Mathematikunterricht kaum von den Prinzipien für ein fachlich bedeutsames und kindgerechtes Lernen in der Position von Wittmann (1995) und Müller (1995), die wie folgt gerahmt werden können:

- Aktiv-entdeckendes und sozial interaktives Lernen
- Produktives, beziehungsreiches Üben
- Einsatz substanzieller Aufgaben
- Vernetzung von Darstellungsformen
- Anwendungs- und Strukturorientierung

Daran anschließend finden sich Studien, die aufzeigen, dass insbesondere Schüler*innen mit Schwierigkeiten im Mathematiklernen von Unterrichtsformen profitieren können, die eigene Lernwege anregen, dabei aber trotzdem die Ganzheitlichkeit des Lernens im Fokus halten (u.a. Scherer, 1995; Moser Opitz, 2008). Entsprechend fragt die mathematikdidaktische Forschung danach, wie und mit welchen Aufgaben ein Mathematikunterricht gestaltet werden kann, an dem Schüler*innen mit unterschiedlichen Kompetenzprofilen und Vorwissensbeständen sowohl fachlich als auch sozial partizipieren können (Jütte & Lüken, 2021). Ebenso fokussiert die Inklusions- und Integrationsforschung, wie individuelle und gemeinsame Zugänge zu Lerngegenständen gefunden werden können (Korff, 2012; Seitz, 2020). In Bezug auf diese Fragestellungen versucht die Forschung an der Laborschule ebenfalls Antworten zu finden. Daher scheint die genauere Betrachtung dieser Perspektive lohnenswert.

Seit ihrer Gründung versteht sich die Laborschule als eine Schule für alle (Thurn, 2011), weshalb Integration und später Inklusion im Grunde nur neue Begriffe für die bereits etablierte Praxis sind. Entsprechend ist dies auch im Leitbild der Schule zu lesen:

> „Die Schule will die Unterschiede zwischen den Kindern bewusst bejahen und als Bereicherung verstehen. Daraus ergibt sich eine weitgehende Individualisierung des Unterrichts, die Rücksicht auf das unterschiedliche Lerntempo der Kinder und ihre individuell verschiedenen Bedürfnisse und Fähigkeiten nimmt. Laborschüler*innen leben und lernen gemeinsam in leistungs-, teilweise auch altersheterogenen Gruppen. Die Schule will niemanden aussondern, es gibt auch kein ‚Sitzenbleiben' und keine äußere Leistungsdifferenzierung, an deren Stelle die Differenzierung der Angebote tritt.“ (Laborschule, o.J.)

Dieser Zielsetzung der Laborschule folgend besteht die Anforderung an die Lehrkräfte, ihren Unterricht nicht im Gleichschritt, sondern immer wieder aufs Neue auf die aktuellen Lernbedürfnisse der Schüler*innen abzustimmen. Dies gilt insbesondere für unterrichtsbezogene Aushandlungen zwischen den Schüler*innen und den Lehrkräften über den Abstraktionsgrad, benötigte Lernhilfen, individuelles Lerntempo und Bewertungskriterien für das gemeinsame Arbeiten (Dieckmann & Knerndel, 2019). In Anschluss an die bisherige Forschung des Mathematik-FEPs[2] an der Laborschule, das sich mit der Implementation eines stufenübergreifenden Curriculums befasst, werden im Folgenden die Grundlinien des inklusiven Mathematikunterrichts an der Laborschule dargestellt (2). Hierzu werden insbesondere Verfahren der natürlichen Differenzierung im Unterricht (3) und deren Umsetzung am Beispiel Fermi-Aufgaben, die als ein besonders gewinnbringendes Aufgabenformat für den inklusiven Mathematikunterricht gelten, vorgestellt (4). Letztlich wird die besondere Bedeutung der Schüler*innenpartizipation bei der

[1] Zur mathematikdidaktischen Konkretisierung siehe Häsel-Weide et al., 2021; Häsel-Weide & Nührenbörger, 2021

[2] Mit FEP werden die **F**orschungs- und **E**ntwicklungs**p**rojekte (kurz FEP) der Laborschule abgekürzt.

 https://doi.org/10.11576/sfe_ls-7197

Aufgaben- und Curriculumsentwicklung an der Laborschule in der kommenden Forschungsperiode des Forschungs- und Entwicklungsplans als Ausblick für die inklusionsorientierte Weiterentwicklung der Laborschule in den Fokus gestellt (5).

2 Leitlinien des inklusiven Mathematikunterrichts an der Laborschule im Spiegel der Forschung

Wie wird ein inklusiver Mathematikunterricht an der Laborschule ausgestaltet? Dieckmann und Knerndel (2019, S. 189) fassen hierfür Gelingensbedingungen zusammen:

„Unabhängig von der Altersstufe ist es bedeutsam, dass

- die Lerngruppe gemeinsam an einem Thema/einer mathematischen Fragestellung arbeitet,
- der Unterrichtsinhalt und die Unterrichtsmethode Aufgaben und Lösungen auf jedem Niveau ermöglichen,
- die Lernenden sich ihre Herausforderungen suchen können,
- der Unterrichtgegenstand Teil der Alltagswelt ist,
- das Thema problem- und produktorientiert ist,
- die Arbeitsstrukturen und die Leistungsanforderungen klar und transparent sind,
- sich regelmäßig Formen des sinnstiftenden Kommunizierens wiederfinden und
- eine Reflexion des eigenen Tuns geschieht.“

An dieser Stelle gehen die Leitlinien der Laborschule bereits deutlich über formulierte Kritiken an der Umsetzung inklusiven Mathematikunterrichts hinaus. Insbesondere Korff (2015) hält in Bezug auf individualisierte Arbeitsformen fest, dass inklusiver Mathematikunterricht in der Praxis häufig dadurch gekennzeichnet ist, dass der Heterogenität von Schulklassen oftmals mit Arbeitsformen wie individualisierten Wochenplänen oder Stationenarbeiten begegnet wird. Zwar erscheint dieses auf Grund unterschiedlicher Lerntempi und Lernvoraussetzungen, die auch ein gewisses Potenzial für die Mitgestaltung des eigenen Lernens bieten, passend, jedoch hält Brüggelmann (2011) fest, dass dieses Vorgehen eine Individualisierungsfalle beinhaltet, die zu einem Nebeneinander-Lernen ohne soziale Interaktionen der Lernenden untereinander führen kann und somit beim Eintreten dieses Szenarios die Lernqualität abnimmt. Insbesondere treffen hier mathematikdidaktische und inklusionsdidaktische Perspektiven zusammen, die beide herausstellen, dass inhaltsbezogene soziale Aushandlungsprozesse notwendig für (mathematisches) Lernen sind (Häsel-Weide & Nührenbörger, 2017; Seitz, 2020). Dies ist wiederum anschlussfähig an die mathematikdidaktischen Überlegungen an der Laborschule.

Einer großen Bedeutung kommt im Mathematikunterricht sowohl in der Betrachtung der Laborschule als auch dem wissenschaftlichen Diskurs den Aufgaben zu (Bromme, Seeger & Steinbring, 1990; von der Groeben, 2013). Einerseits konkretisiert sich in ihnen der (gemeinsame) Lerngegenstand und sie dienen anderseits in methodisch-didaktischer Perspektive der Steuerung von (Mathematik-)Unterricht und beeinflussen die Art und Weise der Auseinandersetzung und der Zusammenarbeit (Hammer, 2016). Bei der Auswahl, Analyse und Adaption von Aufgaben für den inklusiven Mathematikunterricht stellen dabei die Strukturen im Fach Mathematik eine Besonderheit dar. Sie gelten stufig strukturiert, aber spiralig miteinander vernetzt, was sowohl eine Herausforderung als auch Chance darstellt, wenn die Lernenden mit ihren individuellen Kompetenzen, Entwicklungspotentialen und Lernständen angesprochen und aktive Lern- und soziale Aushandlungsprozesse des Kommunizierens, Darstellens und Argumentierens mathematischer Fragestellungen angeregt werden sollen (Häsel-Weide & Nührenbörger, 2017).

Entsprechende Analysen des Mathematikunterrichts zeigen, dass der Gegenstand des Mathematikunterrichts, Zugänge zu diesem und Diskurse darüber im Kern durch

Aufgaben vermittelt werden. Dabei dienen die oben beschriebenen substanziellen Aufgaben und ein damit gestalteter Unterricht dazu, produktive Lernprozesse und zunehmende Autonomie in der Partizipation anzuregen (Hähn, 2021), obgleich – anderen Befunden folgend – möglicherweise nicht alle Schüler*innen optimal erreicht werden (Moser Opitz, Grob, Wittich, Häsel-Weide & Nührenbörger, 2018). Im Arbeiten der Schüler*innen zeigt sich dabei eine Vielzahl verschiedener Arbeitsformen und Interaktionsstrukturen (Hähn, 2021; Schöttler, 2019), die aus einem Kontinuum von getrenntem Arbeiten an fachlich divergierenden Aufgaben bis hin zu einem reichhaltigen Austausch über gegenstandsbezogene Ideen bestehen. Darüber hinaus beschreiben Häsel-Weide & Nührenbörger (2021, S. 63) mit Bezug auf einen inklusiven Unterricht ein „Spannungsfeld zwischen vielschichtig-strukturellen Erkundungen und diskursiven Erörterungen einerseits sowie verdichtet-fokussierten Bearbeitungen und Rückmeldungen mit Blick auf einzelne Schüler*innen andererseits“. In der Mathematikdidaktik werden unter anderem die Chancen von selbstdifferenzierenden Aufgaben für den inklusiven Unterricht als bedeutsam herausgestellt (Leuders & Prediger, 2012). Diese bergen das Potenzial, dass hier an derselben Aufgabe gearbeitet werden kann, die Aufgabe jedoch derart gerahmt ist, dass sie für alle Schüler*innen im gleichen Maße zugänglich ist, grundlegende Strukturen für das Arbeiten bietet, aber auch die Möglichkeiten offenhält, Übungsphasen zu verkürzen und eine vertiefte Erkundung des Lerngegenstandes zuzulassen. Entsprechend ist das Format einer selbstdifferenzierten Aufgabe ohne weitere äußere Differenzierungsmaßnahmen im Inneren auf verschiedenen Niveaustufen für jede*n einzelne*n Lernende*n zu bearbeiten. Insbesondere in diesem Punkt erscheinen Aufgabenkonzepte der Laborschule anschlussfähig (hierzu ausführlich: Dieckmann & Knerndel, 2019; von der Groeben, 2013).

Im Folgenden wird das Konzept der natürlichen Differenzierung – in welches auch selbstdifferenzierte Aufgaben fallen – präzisiert und ihr Eingang in den Mathematikunterricht der Laborschule dargestellt.

3 Mathematik an der Laborschule: Differenzierung im Mathematikunterricht? – natürlich!

Wie in den vorherigen Kapiteln beschrieben, haben die aktuellen Anstrengungen der Erziehungswissenschaft und der jeweiligen Fachdisziplinen zum Umgang mit Heterogenität in inklusiven Settings dazu geführt, dass viele Gedanken, Ideen und Theorien zu inklusivem (Fach-)Unterricht entwickelt, beforscht und evaluiert worden sind und noch werden. Daraus ergibt sich u.a. die Konsequenz, dass ein großer Anteil des Engagements der Lehrkräfte darauf abzielen sollte, möglichst für jede*n Lernende*n passenden, anregenden und sinnstiftenden Unterricht zu gestalten, um den Anforderungen eines inklusiven Unterrichts gerecht zu werden. So wird beispielsweise auch in den aktuellen Bildungsstandards zum Mathematikunterricht gefordert, dass „Unterricht in Mathematik […] alle Vorerfahrungen und Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler (z.B. bedingt durch Kultur, Lernvoraussetzungen) einbeziehen [muss], um Inklusion zu realisieren, und alle dazu ermutigen [muss], Interesse an mathematischen Zusammenhängen selbstbewusst und kreativ zu verfolgen und so individuelle Fähigkeiten und Entwicklungspotenziale zu nutzen“ (KMK, 2022, S. 6). Zudem ist, wie ebenfalls bereits im vorherigen Kapitel herausgearbeitet, das Nutzen von Aufgaben für den Mathematikunterricht charakteristisch. „Für die Lehrkraft sind Aufgaben ein zentrales Mittel zur Gestaltung des Unterrichts. […] Aufgaben sind […] flexible, breit einsetzbare und aktiv steuerbare inhaltliche und didaktische Strukturierungselemente des Mathematikunterrichts. […] Zusammenfassend gesagt: Aufgaben sind die Schnittstellen der Schüler- und Lehrertätigkeiten im Mathematikunterricht“ (Neubrand et al., 2011, S. 116). Wie aber müssen Aufgaben(-formate) konzipiert und eingesetzt werden, um den Ansprüchen eines inklusiven Mathematikunterrichts zu genügen?

Im Sinne einer inklusiven Pädagogik und des spiralförmigen Aufbaus der Mathematik macht es durchaus Sinn, auch den Mathematikunterricht vom Individuum aus zu denken, ohne dabei die Gemeinschaft und das damit verbundene soziale Lernen zu vergessen, besonders, weil vorschulische mathematische Bildungsprozesse überwiegend vom Kind ausgehen. Mit Schuleintritt verschiebt sich diese Perspektive allerdings hin zu einer Fokussierung auf curriculare Vorgaben und die Vorgaben der Lehrkraft (Benz, Peter-Koop & Grüßing, 2015, S. VII). Der Mathematikunterricht und die dazugehörigen Aufgaben müssen aber den Schüler*innen angepasst werden und nicht umgekehrt. Nur so können individuelle Herausforderungen – für alle passend – im Rahmen der Klassengemeinschaft entstehen. Die eingesetzten Aufgaben müssen dem Anspruch genügen, für alle motivierend zu sein und den Raum zur individuellen Entfaltung und Entwicklung zu bieten, damit ein persönlicher Lernfortschritt erzielt werden kann. Dies bedeutet, dass die Aufgaben an das individuell verschiedene Vorwissen anknüpfen müssen, passende Abstraktionsniveaus gefunden werden müssen und jede*r Schüler*in passende Lernhilfen und -unterstützung erhält. Dabei geht es ausdrücklich nicht darum, dass jede*r ihre/seine eigenen Aufgaben bekommt und das Lernen isoliert nebeneinander geschieht. Vielmehr soll an dieser Stelle die Bedeutung des individuellen Lernens am gemeinsamen Gegenstand hervorgehoben und betont werden. Diesbezüglich bieten zum Beispiel selbstdifferenzierende Aufgaben, die eine natürliche Differenzierung ermöglichen, die Chance, dem Spagat zwischen individualisiertem Lernen und dem Lernen als Gruppe gerecht zu werden. Außerdem sollte das entdeckende Lernen den Vorzug vor dem reinen Üben mathematischer Techniken erhalten. Dies sollte vielmehr Mittel zum Zweck sein. Damit ist gemeint, dass bei der Bearbeitung der Aufgaben mathematische Techniken genutzt werden, um die Aufgaben bearbeiten zu können, damit mögliche Entdeckungen gemacht werden. Die Perspektive bei der Bearbeitung verschiebt sich damit vom reinen Üben zur direkten Anwendung, bei der automatisch geübt wird. Dies negiert jedoch nicht die Bedeutsamkeit strukturierter Übungsphasen, in denen die Schüler*innen zunehmend und gezielt von Veranschaulichungsmitteln und Arbeitsmaterialien (wie beispielsweise dem Rechenrahmen) abgelöst werden. Aufgaben im Sinne des entdeckenden Lernens müssen also so konzipiert sein, dass Entdeckungen möglich sind, die sich aus unterschiedlichen Richtungen einem Problemgehalt oder einer gemeinsamen Frage nähern, sodass in der Gruppe über dasselbe gesprochen werden kann. So kann jede*r auf ihrem/seinem individuellen Niveau arbeiten und dennoch wird der Lerngegenstand gemeinsam bearbeitet. Dann wird miteinander voneinander und dennoch individuell gelernt (für zwei ausgearbeitete Unterrichtsbeispiele siehe Dieckmann & Knerndel, 2019). Auf diese Weise kann sich das Arbeiten und Lernen im Mathematikunterricht in allen Dimensionen voneinander unterscheiden und sehr individuell werden, ohne die Individuen voneinander zu isolieren.

Weil der Mathematikunterricht an der Laborschule stärker vom individuellen Kind aus gedacht wird, hat dieser den Anspruch auch die Kinderperspektive auf die Gestaltung des eigenen Lernens und der eigenen Lernprozesse zu lenken und diese deutlich stärker mit einzubeziehen. So sind Partizipation und Mitsprache bei der Auswahl der zu bearbeitenden Aufgaben ein weiterer wichtiger Baustein im Mathematikunterricht der Laborschule. Folglich sind ständige dialogische Aushandlungsprozesse zwischen Lernenden und Lehrenden im inklusiven Unterricht bedeutsam. Im Rahmen dieser Aushandlungsprozesse werden das individuelle Lerntempo berücksichtigt, der passende Abstraktionsgrad ausgelotet, Absprachen über Lernhilfen getroffen und individuelle Kriterien der Bewertung und Leistungsbeurteilung ausgehandelt. Die Schüler*innen sollen so immer mehr zu Expert*innen für ihr eigenes Lernen werden. Sie sollen dementsprechend im Laufe ihrer Laborschulzeit immer eigenständiger wissen wann, welche und wie intensiv sie Unterstützung im Lernprozess brauchen. Auch welchen Leistungsanspruch sie an sich selbst stellen können, können sie dadurch immer weiter herausarbeiten, so dass sie ihren individuellen Lernprozess im Laufe der Schulzeit immer autonomer gestalten. Dies bedeutet aber ausdrücklich nicht, dass die Schüler*innen *machen können, was sie wollen*. Sie werden nicht *vogelwild* und unstrukturiert mit ihren Aufgaben alleingelassen, sondern eine Begleitung durch die Lehrkraft bleibt von großer Bedeutung. Die Lehrenden bestimmen, u.a. aufgrund der Konzeption und Auswahl der zu bearbeitenden Aufgaben, den grundsätzlichen Rahmen des Lernens und unterstützen in diesem Rahmen bei der Auswahl, Bearbeitung und Reflexion der Angebote individuell. Der reflexive Umgang mit dem eigenen Lernprozess innerhalb des Unterrichts muss von den Lehrenden begleitet und unterstützt werden. Das Ausmaß kann aber mit zunehmenden Alter der Schüler*innen abnehmen. Nur so werden diese ihr individuelles Maß an für sie herausfordernden Aufgaben und zu erbringenden Leistungen finden und weiterentwickeln können.

4 Zwei Beispiele aus dem Unterricht der Laborschule – Fermi-Aufgaben in der Praxis

An dieser Stelle werden die theoretischen Vorüberlegungen mit zwei Beispielen aus der Unterrichtspraxis der Laborschule konkretisiert. Es werden zwei unterschiedliche Unterrichtseinheiten zu Fermi-Aufgaben vorgestellt. Die erste Unterrichtseinheit wurde für den jahrgangsgemischten Mathematikunterricht einer Gruppe der Jahrgänge drei, vier und fünf konzipiert und die zweite ist im Unterricht des Mathematik-LKs, welcher ebenfalls jahrgangsgemischt die Jahrgänge acht, neun und zehn umfasst, durchgeführt worden.

Beispiel 1: Wenn sich alle Kinder der Gruppe übereinanderstellen, erreichen sie die Spitze des Sparrenburgturmes!

Das Unterrichtsvorhaben

Im Rahmen des Projektunterrichts *Bielefeld – Meine Stadt* haben sich die Schüler*innen einer jahrgangsgemischten Gruppe der Jahrgänge drei, vier und fünf u.a. auch mit der Sparrenburg, einem Wahrzeichen der Stadt Bielefeld befasst. Die Sparrenburg ist die Ruine einer alten Festungsanlage, deren Turm noch erhalten ist. Wie an der Laborschule üblich sind auch in dieses Unterrichtsprojekt mathematische Aufgaben integriert. Sie werden also nicht isoliert betrachtet, sondern haben einen konkreten Bezug zur Umwelt und Lebenswelt der Schüler*innen, in diesem Fall der Sparrenburg in Bielefeld. So haben die Schüler*innen die Fermi-Aufgabe *‚Wenn sich alle Kinder der Gruppe übereinanderstellen, erreichen sie die Spitze des Sparrenburgturmes! Kann das stimmen? Begründet!‘* erarbeitet. Die Aufgabe wurde in Kleingruppen von bis zu drei Kindern bearbeitet und folgte einem Dreischritt. Der ersten Phase *‚Think: Überlegt im Team, wie ihr vorgehen könnt, um die Aussage zu überprüfen. Was müsst ihr bedenken? Gibt es evtl. Problemstellen?‘* folgte die zweite Phase, in der die Aufgabe vor Ort bearbeitet wurde, um abschließend in Phase drei eine Präsentation mit der jeweiligen Lösung und dem Lösungsweg zu gestalten, welche jede Gruppe den Mitschüler*innen abschließend vorgestellt hat.

Phase (1) Vorüberlegungen

Zu Beginn wurde den Schüler*innen das Format Fermi-Aufgaben durch die Lehrkraft erläutert. Hierbei wurde besonders thematisiert, dass es bei den Lösungen nicht um richtige oder falsche geht, sondern um akzeptable Lösungen, die dann abhängig von der Modellierung genauer oder weniger genau ausfallen können. Anschließend sollten die Schüler*innen sich in ihrer Gruppe über ein mögliches Vorgehen zur Bearbeitung dieser Aufgabe austauschen und auf ein Verfahren einigen. Hierbei galt es, mögliche Problemstellen für die mathematische Bearbeitung bereits im Vorfeld zu thematisieren und auszudiskutieren. Dieser Prozess war bewusst kognitiv angelegt, damit sich die

 https://doi.org/10.11576/sfe_ls-7197

Schüler*innen über die Mathematik und für die Bearbeitung notwendige mathematische Werkzeuge austauschen mussten. Insbesondere die prozessbezogenen Kompetenzen waren für diesen Arbeitsschritt bedeutsam. Aufgrund der Lösungsoffenheit der Aufgabe, die für Fermi-Aufgaben charakteristisch ist, konnte trotz der Heterogenität im mathematischen Vorwissen der Gruppenmitglieder dennoch jede*r an der Diskussion teilnehmen. So konnten sich die Gruppenmitglieder gegenseitig mit Ideen anregen und ihr Wissen und ihre (mathematischen) Überlegungen der Gruppe zur Verfügung stellen. Es muss allerdings eingeschränkt werden, dass der Grad der Beteiligung der Individuen in den jeweiligen Gruppen variiert. So können zum Teil einzelne Schüler*innen den Arbeitsprozess innerhalb der jeweiligen Kleingruppe dominieren.[3]

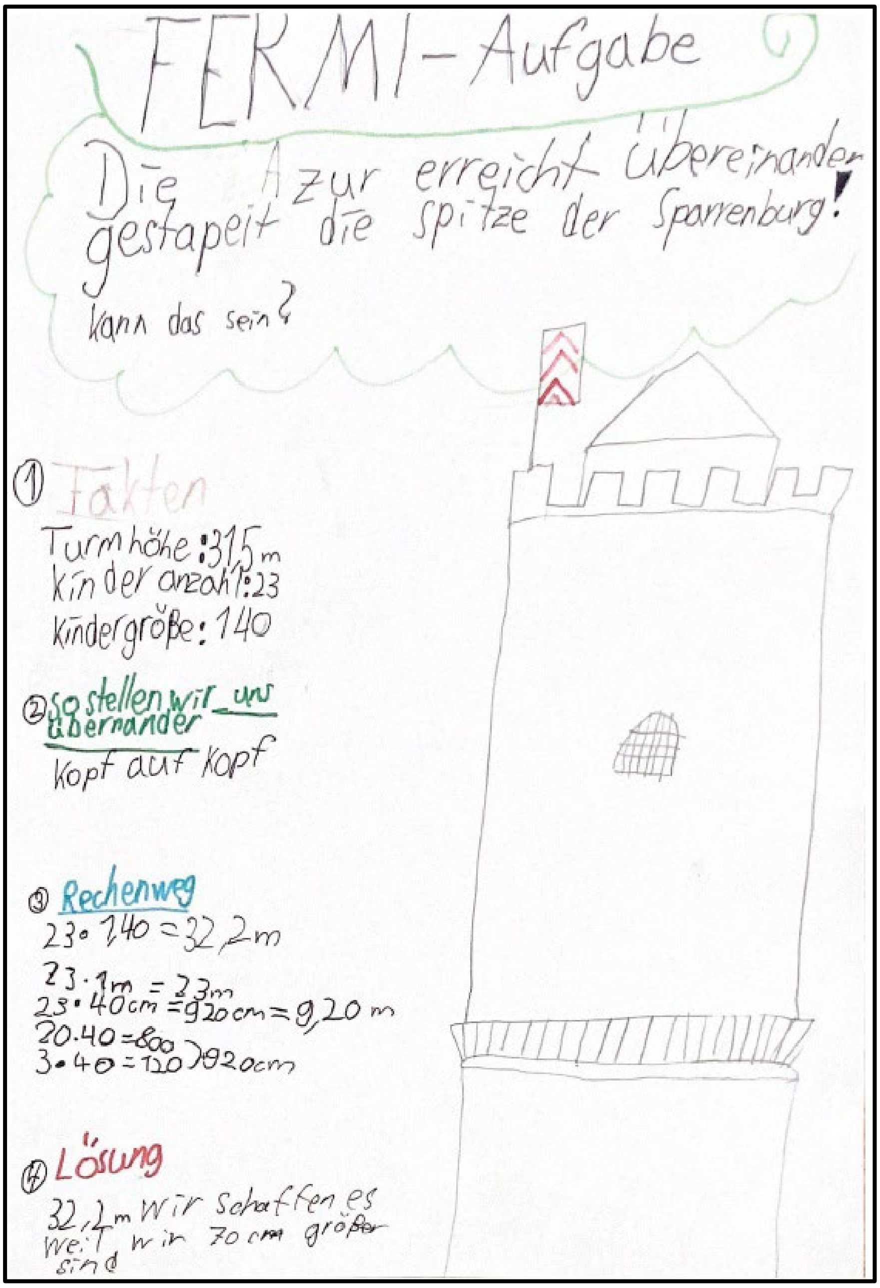
Phase (2) Bearbeitung der Aufgabe

Die Bearbeitung der Aufgabe wurde mit einem Ausflug zum Sparrenburgturm verbunden, denn so fiel es vielen Schüler*innen beispielsweise leichter, die Höhe des Burgturms zu realisieren, als sich rein kognitiv die Bedeutung der dazugehörigen Zahl vorzustellen. Durch diesen Alltagsbezug wurde die Motivation zur Bearbeitung der Aufgabe noch erhöht. Zudem galt es, die Höhe des Turmes zu ermitteln. Vor Ort gab es dazu deutlich mehr Möglichkeiten als aus der Schule heraus. Unterstützt in ihrem Vorgehen wurden die Schüler*innen von drei Unterfragen, die sich aufgrund der Diskussionen in der ersten Phase herausgebildet hatten: (1) *Welche Turmhöhe wählt ihr und warum?* (2) *Wie ermittelt ihr die Personengröße?* und (3) *Wie stehen die Personen übereinander?* Zudem galt es, die (Rechen-)Schritte anschaulich und nachvollziehbar für andere festzuhalten. Dabei ermöglicht die Offenheit der Fragestellungen ein Arbeiten im individuellen Lerntempo und der jeweils passende Abstraktionsgrad konnte von jeder Gruppe eigenständig festgelegt werden. Bei Frage (1) nutzten einige Kinder zum Beispiel den mitgebrachten Zollstock, um Abschnitte des Turms zu messen. Sie maßen eine bestimmte Anzahl von Ziegelsteinreihen und zählten dann die Anzahl der eingeteilten Abschnitte bis zur Spitze des Turmes, um sie abschließend entsprechend zu addieren. Andere wiederum maßen den Schatten des Turmes aus. Letztendlich nutzte aber jede Gruppe das Wissen, dass der Turm 31,5 m hoch ist, weil sich herumsprach, dass die Information auf einer Infotafel am Fuße des Turms stand. Bei der Ermittlung der Personengröße (Frage 2) gab es dagegen Lösungen auf unterschiedlichsten Niveaus. Eine Gruppe hat während der Hinfahrt in der Straßenbahn bereits jedes Kind der Gruppe einzeln vermessen und diese Daten dann addiert. Eine weitere Gruppe hat aufgrund des kleinsten und des größten Kindes eine Art Mittelwert für die Gesamtgruppe geschätzt und diesen dann zur Berechnung genutzt. Eine andere Gruppe hat mit einer Durchschnittsgröße von 1,40 m gerechnet. Sie begründeten diese Entscheidung mit dem Argument, dass die meisten Kinder etwas größer als 1,40 m sind. Wenn ihr Additionsergebnis der Kindergrößen die Turmhöhe übertreffen würde, wären sie sicher, dass die Aussage der Ausgangsfrage korrekt ist. Auch die Ergebnisse der Überlegungen zur Art und Weise, wie die Schüler*innen übereinanderstehen (Frage 3), fielen durchaus unterschiedlich aus. Einige Gruppen gaben an, dass die Kinder mit ihren Füßen auf dem Kopf des anderen Kindes stehen würden. Eine Gruppe hingegen empfand dies als unrealistisch und argumentierte, dass sie deutlich stabiler auf den Schultern der anderen stehen könnten. Dafür allerdings musste die Länge des Kopfes abgezogen werden. So haben sie jedes Kind vermessen und jeweils die Körpergrößen auf den nächsten vollen Zehner abgerundet, um dieser Überlegung Rechnung zu tragen. Eine weitere Gruppe befasste sich sogar mit der Problematik, ob die Kinder ihre Schuhe an- oder ausziehen würden. So besprachen sie, dass sie die Höhe der Schuhsohlen abziehen müssten bzw. mit einrechnen müssten.

[3] Siehe hierzu die Arbeit von Flottmann (2023).

Phase (3) Darstellen, Präsentieren und Diskutieren der Lösungen

Abschließend wurden die (Vor-)Überlegungen, Lösungswege und Lösungen den anderen Gruppen präsentiert. Hier entschied sich jede Gruppe für die Gestaltung eines Plakats. In diesem Schritt galt es, die mathematischen Prozesse darzustellen und so zu präsentieren, dass andere sie gut nachvollziehen können. Es genügte also nicht, lediglich die Rechnung mit Ergebnis aufzuschreiben, wie beispielsweise 23·1,40 m = 32,20 m, sondern auch die Zwischenschritte mussten aufgeschrieben und während der Präsentation erläutert werden, was die Aufgabe 23·1,40 m mathematisch bedeutet (siehe Abb. 1). Für die anschließenden Diskussionen zu den jeweiligen Präsentationen war besonders spannend, dass sich die unterschiedlichen Lösungen – je nach gemachten Annahmen – derart unterschieden, dass einige Gruppen zu dem Ergebnis kamen, dass die Anzahl der Kinder der Gruppe zum Erreichen der Turmhöhe ausreicht und andere zum genau gegenteiligen Ergebnis kamen. Die Frage *‚Wie kann das denn sein?‘* war hier handlungsleitend und führte zu vielen spannenden mathematischen Diskussionen.



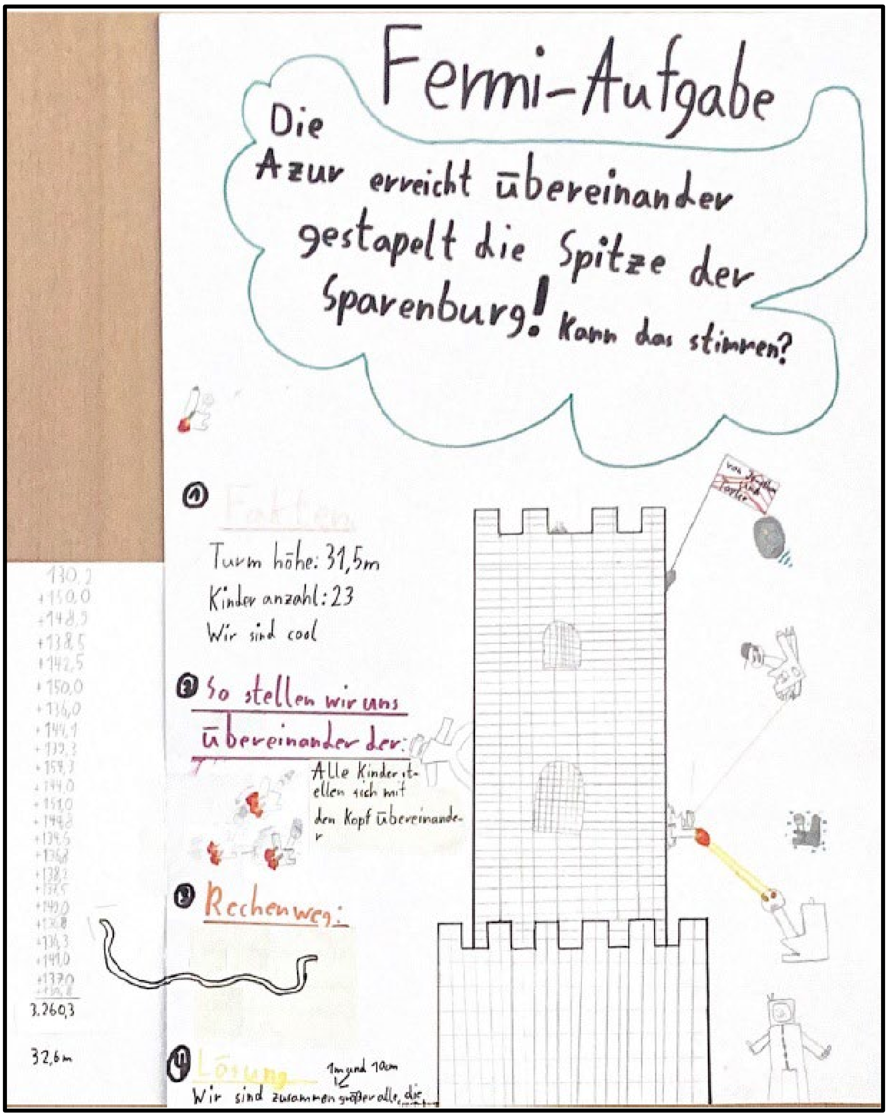


Abb. 1: Zwei exemplarische Schüler*innen-Lösungen zur Aufgabe „Sparrenburg“.

Zusammenfassung

Das beschriebene Beispiel zeigt auf, wie individuell am gemeinsamen Gegenstand mathematisch gearbeitet werden kann. In diagnostischer Perspektive lässt allerdings die reine Betrachtung des Endproduktes der Gruppe kaum Rückschlüsse auf die individuellen Lernfortschritte der einzelnen Schüler*innen zu, weshalb hier das diagnostische Vorgehen durch formative Elemente anzureichern ist (vgl. hierzu Wilke, Knerndel & Schmidt, in diesem Band). Die Aufgabe und ihre Teilaufgaben lassen Lösungen mit verschiedensten Abstraktionsniveaus zu, die unterschiedliches mathematisches Werkzeug zum Lösen benötigen. An den vielen Diskussionen über den Gegenstand konnte sich aber jederzeit jede*r Schüler*in beteiligen und seinen/ihren individuellen Beitrag leisten. Die Mathematik wurde Mittel zum Zweck und viele Schüler*innen konnten in ihrem Lerntempo und auf ihrem Niveau oder sogar darüber hinaus arbeiten.

Beispiel 2: Differenzierung gemeinsam gestalten – ein Kurs sucht sich selbst differenzierende Aufgaben

In den Leistungskursen an der Laborschule werden die Schüler*innen des achten, neunten und zehnten Jahrgangs gemeinsam unterrichtet. Sie wählen aus einem breiten

 https://doi.org/10.11576/sfe_ls-7197

Angebot an Kursen diejenigen, welche sie für ihr eigenes Profil sowie für die eigene Kompetenz als am passendsten erachten. Der Leistungskurs Mathematik setzt sich also aus Schüler*innen zusammen, die ein gemeinsames Interesse teilen, aber bezogen auf ihr Alter und ihre Kompetenzen mindestens genauso weit auseinanderliegen wie eine altersgleiche Schulklasse. Eine gängige Fehldeutung der Rolle der Lehrkraft wäre es nun, wenn versucht würde, für jedes Niveau, jedes Interesse und jedes Bedürfnis das richtige Aufgabenformat und die optimalen Lernanlässe zu schaffen. Hier soll nun im Weiteren am Beispiel einer kurzen Unterrichtseinheit mit Fermi-Aufgaben gezeigt werden, wie der Kurs, mit gezielten Steuerungen und Hilfen der Lehrkraft, selbstständig zu differenzierenden Aufgaben gelangt und sich im Prozess deren Lösung gegenseitig unterstützt. Die Unterrichtseinheit hat zum Ende des Schuljahres stattgefunden, so dass die Schüler*innen des betreffenden Kurses sich bereits gut kannten und ein Arbeiten in einzelnen Gruppen gut von den Schüler*innen angenommen wurde. Dieser Kurs arbeitet grundsätzlich basisdemokratisch und die Wahl der Themen findet in gemeinsamer Absprache statt. Notwendige Voraussetzung ist, dass das Thema genügend Anknüpfungspunkte für eine mathematische Perspektive bietet und vom Grad der Komplexität von Schüler*innen auch im Jahrgang 8 leistbar ist. Am Ende eines jeden Themas oder Projektes steht also immer die Wahl des nächsten. Dem Kurs wurde durch die Lehrkraft vorgeschlagen, eine kurze Unterrichtsreinheit zu Fermi-Aufgaben durchzuführen. Das Aufgabenformat war den Schüler*innen bereits bekannt und mit folgender Beispielaufgabe wurde in die Auseinandersetzung und Abstimmung dieses Themenfeldes gestartet: *Wie viele Fensterscheiben gibt es in Bielefeld?*

Diese Frage wurde im Kurs andiskutiert und es wurde schnell deutlich, dass es zwar theoretisch eine korrekte Lösung dieser Frage gäbe, es aber keinesfalls möglich ist, diese zu finden. Eine gut begründete Annäherung an die Größenordnung ist aber durchaus möglich. Die Schüler*innen waren schnell begeistert von diesem Aufgabenformat und die Abstimmung erfolgte mit deutlicher Mehrheit für dieses Thema. In der ersten Stunde der Unterrichtseinheit wurden die Ausgaben der regionalen Tageszeitung der vorherigen Tage genau unter die Lupe genommen und nach Bereichen gesucht, in denen vergleichbare Fragestellungen zu finden sein könnten. Die erste Aufgabe für die Schüler*innen war es nun, mögliche Aufgaben im Format der vorgestellten beispielhaften Fermi-Aufgabe zu finden, ohne dass damit der Auftrag verbunden war, diese dann auch selbst zu bearbeiten. Ziel war es, einen Fundus an möglichst vielfältigen Aufgaben zu entwickeln, mit dem die Schüler*innen sich dann gemeinsam in Gruppen beschäftigen können. Folgende Aufgaben sind dabei entstanden:

- Wie viele Blätter besitzt der Baum vor der Laborschule? Wie groß ist deren gemeinsame Fläche?
- Wie viele Noppen hat die Schulstraße?[4]
- Wie viele A4-Blätter Papier gibt es in der Laborschule?
- Wie viel Strom verbraucht die Laborschule im Jahr?
- Wie hoch ist die Universität Bielefeld an ihrer höchsten Stelle?
- Wie viele Menschen haben jemals an der Laborschule gelernt oder gearbeitet?

Die Schüler*innen haben sich daran anschließend nach Interesse und der Maßgabe den einzelnen Aufgaben zugeordnet. Es galt sich eine Herausforderung zu suchen, die sie am Ende auch sinnvoll lösen können. Dabei war es bedeutsam, dass die Schüler*innen nicht zu einer vorschnellen und wenig begründeten Lösung gelangten, sondern zu einer Annährung, die möglichst akkurat der realen Situation der Fragestellung gerecht wird, möglichst viele Aspekte berücksichtigt und umfangreich begründet werden kann. Diese Anforderung wurde direkt nach der ersten Assoziationsphase deutlich formuliert, so dass die Schüler*innen einen Weg entwerfen bzw. sich alle Aspekte notieren mussten, die bei

[4] Die Schulstraße ist ein langer Gang durch die gesamte Laborschule.

der Annäherung an diese Frage zu berücksichtigen sind. Am Ende einer jeden Stunde haben sich die Schüler*innen ihren aktuellen Stand in der gemeinsamen Kursversammlung vorgestellt und sich der Kritik und der Hilfe der anderen Schüler*innen gestellt. Die etwaigen Erkenntnisse dieser Kritik wurden ebenfalls in einem kleinen Projektbuch notiert, so dass mögliche fehlende Aspekte, falsche Annahmen und die Logik der Lösungsansätze immer wieder einer Überprüfung unterzogen wurden. Zudem wurde sich gemeinsam im Kurs darauf geeinigt, dass das Produkt dieser Unterrichtseinheit sein soll, dem Kurs den Gedankengang und die daraus resultierende Annäherung an eine Lösung ausführlich vorzustellen. Eine mögliche alternative Produktform wäre hier zum Beispiel ein Portfolio gewesen. Auch die Kriterien der Bewertung dieser Präsentation wurden gemeinsam mit dem Kurs erarbeitet:

- Ist das Ergebnis realistisch?
- Wurde der Weg der Lösung anschaulich und stringent dargestellt?
- Ist die mathematische Modellierung korrekt?
- Wurden mögliche Unsicherheitsfaktoren bei der Annäherung erkannt und auch berücksichtigt?

Die einzelnen Vorstellungen wurden dann ausführlich im Kurs diskutiert und von den Schüler*innen gewürdigt, aber auch kritisch hinterfragt.

Diese Unterrichtseinheit bot den Schüler*innen die Möglichkeit, am Prozess der Aufgabenfindung und Differenzierung aller teilzuhaben, sich in einer kleinen Gruppe eine für den eigenen Leistungsstand und das eigene Interesse herausfordernde und motivierende Aufgabe zu wählen sowie ein offenes Aufgabenformat zu bearbeiten, immer wieder Kritik und Rückmeldung zu dem eigenen Arbeitsstand zu bekommen und das eigene Ergebnis am Ende ausführlich vorzustellen. Durch die regelmäßige Darstellung des aktuellen Arbeitsstandes im Kurs partizipierten alle Schüler*innen immer wieder an den Gedankengängen der anderen und haben so im Prinzip nicht nur ihre Aufgabe bearbeitet, sondern auch an den Annäherungen der anderen Gruppen Anteil gehabt. Die konkrete Arbeit an den gewählten Aufgabenstellungen vollzog sich zudem an den unterschiedlichsten Orten und in verschiedensten Sozialformen. Die Schüler*innen haben gemeinsam mit Stift und Papier an Lösungswegen gearbeitet, waren aber auch in der Schule unterwegs, haben am Computer recherchiert, sind auf Bäume geklettert und haben Menschen in der Stadt oder der Schule befragt.

5 Mathematikunterricht gemeinsam weiterentwickeln – Einblicke in die partizipative Entwicklung eines stufenübergreifenden Curriculums an der Laborschule

„Es war eine Fermi-Aufgabe. Darum habe ich erst das eine ausprobiert und dann das andere. Das erste z.B. war nicht gut, darum habe ich das zweite dann benutzt“ (Schüler*in, Klasse 4).

„Wir haben am Ende ein Plakat gestaltet. Es war die gemalte Sparrenburg drauf, Fakten, der Rechenweg, wie man vorgegangen ist, und das Ergebnis“ (Schüler*in, Klasse 5).

„Wir haben manche Dinge geschätzt, weil bei Fermi-Aufgaben kann man nicht genau sein“ (Schüler*in, Klasse 3).

„Das Rechnen war schwierig. Es war manchmal zu schwierig. Ich kann mit großen Zahlen nicht rechnen. Ich habe ein anderes Kind als Taschenrechner genommen. Dann konnte ich es verstehen“ (Schüler*in, Klasse 4).

Kasten 1: Exemplarische Schüler*innen-Rückmeldungen zur Aufgabe „Sparrenburg“ (Jahrgang 3/4/5).

 https://doi.org/10.11576/sfe_ls-7197

Mit den Ausführungen in den vorherigen Kapiteln und den Rückmeldungen der Schüler*innen (siehe Kasten 1) im Zuge der Bearbeitung der Fermi-Aufgaben lässt sich herausarbeiten: Die selbstdifferenzierenden Fermi-Aufgaben können in der Perspektive von Schüler*innen gewinnbringend in den Unterricht einbezogen werden; sie fordern Schüler*innen auf ihrem individuellen Lernniveau (oder darüber hinaus) heraus und bieten sowohl für das gemeinsame als auch das individuelle Lernen alltagsnahe Anlässe zur aktiv-erkundenden Auseinandersetzung mit mathematischen Problemen und Fragestellungen. Sie regen die Kommunikation über einen mathematischen Gegenstand an und bieten zahlreiche Anlässe und Aufforderungen zur Reflexion über das eigene Vorgehen, ferner das eigene Lernen.

Die Betrachtung der Aussagen der Schüler*innen aus dem Mathematik-Leistungskurs (Jahrgang 8/9/10) in Bezug auf die Unterrichtseinheit zur Entwicklung eigener Fermi-Aufgaben ist aus fachdidaktischer Sicht ebenfalls bedeutsam (vgl. Kasten 2).

„Den analytischen Arbeitsprozess und die offenen Aufgabenstellungen fand ich immer spannend, weil ich über viele gedankliche Umwege über das Problem nachgedacht habe. Das hat mir viel Spaß gemacht und ist mir dementsprechend auch besonders leichtgefallen“ (Schüler*in, Klasse 10).

„Bei Fermi-Aufgaben gibt es oft ja nicht die eine richtige Lösung, sondern mehr richtige Ansätze und Lösungswege. Das ist auf der einen Seite interessant und toll, weil man z.B. verschiedene Herangehensweisen ausprobieren/ nutzen kann. Auf der anderen Seite ist es manchmal auch unbefriedigend, wenn es verschiedene Lösungen gibt, weil man das Problem dann nicht so leicht auf die eine richtige Lösung reduzieren kann“ (Schüler*in, Klasse 10).

Frage: Würdest du in de Bearbeitung beim nächsten Mal etwas anderes machen?
„Nein, eigentlich nicht. Fermi-Aufgaben sind spannend“ (Schüler*in, Klasse 10).

Kasten 2: Exemplarische Schüler*innen-Rückmeldungen zur Aufgabe „eigene Fermi-Aufgaben entwickeln “ (Jahrgang 10).

In diesen Aussagen zeigt sich einerseits, dass die Schüler*innen beim Bearbeiten der Aufgabe das Einschlagen gedanklicher „Umwege“ als gewinnbringendes Element für ihr eigenes Lernen im Mathematikunterricht werten und dieses als „spannend“ beschreiben. Andererseits zeigt sich jedoch auch eine Verunsicherung durch die nicht eindeutige Lösbarkeit respektive die vielfältigen Lösungsmöglichkeiten der Fermi-Aufgaben, was als „unbefriedigend“ gerahmt wird. Hierin deutet sich ein Verständnis von Mathematik und Mathematikunterricht an, das auf eine eindeutige Lösbarkeit mathematischer Probleme verengt zu sein scheint, was wiederum zu einem reduzierten Erfolgserleben beim Abschluss der Aufgabe zu führen scheint. Gleichzeitig erscheint der motivationale Anreiz zum Mathematiklernen durch die Offenheit der Aufgabe und die damit verbundene Verschiebung von einer (reinen) Produktorientierung – im Extremfall entlang der binären Unterscheidung in *richtig/ falsch* – mehr in Richtung der Prozessorientierung positiv verändert zu werden.

Dies aufgreifend widmet sich der Mathematik-FEP in den kommenden zwei Jahren, anschließend an seine vorherigen Arbeiten zu einem stufenübergreifenden Curriculum von Jahrgang[5] 0–10 (Dieckmann, Gold, Knerndel & Wilke, 2022), verstärkt den Lernbedürfnissen der Schüler*innen und den damit aus dieser Perspektive verbundenen Stolpersteinen für das Mathematiklernen an der Laborschule. Hierfür wurden mit Schüler*innen der Jahrgänge drei, sechs, acht und zehn jeweils Gruppendiskussionen geführt, welche in einer methodischen Triangulation dokumentarischer Methode (Bohnsack, 2017) und qualitativer Inhaltsanalyse (Mayring, 2015) ausgewertet werden, um Chancen, Herausforderungen und Hürden für das Lernen aus Schüler*innenperspektive

[5] Die Laborschule beginnt bei Jahrgang „0“. Dies entspricht dem ehemaligen Vorschuljahr in NRW.

 https://doi.org/10.11576/sfe_ls-7197

rekonstruieren zu können[6]. Die generierten Daten sollen einerseits als Grundlage für die Erforschung der Lehrer*innenperspektive und die diesbezügliche Materialentwicklung dienen. Andererseits dienen sie als Grundlage für die Mitarbeit und Mitbestimmung der Schüler*innen an der Mitgestaltung des Curriculums an für sie besonders bedeutsamen und herausfordernden Stellen.

6 Literatur

Benz, C., Peter-Koop, A., & Grüßing, M. (2015). *Frühe mathematische Bildung. Mathematiklernen der Drei- bis Achtjährigen.* Berlin: Springer-Verlag.

Bohnsack, R. (2017). *Praxeologische Wissenssoziologie.* Opladen und Toronto: Verlag Barbara Budrich.

Bromme, R., Seeger, F., & Steinbring, H. (1990). Aufgaben, Fehler und Aufgabensysteme. In R. Bromme, F. Seeger & H. Steinbring (Hrsg.), *Aufgaben als Anforderungen an Lehrer und Schüler* (S. 1–30). Köln: Aulis.

Brüggelmann, H. (2011). Den Einzelnen gerecht werden in der inklusiven Schule. Mit einer Öffnung des Unterrichts raus aus der Individualisierungsfalle! *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 62. Jg., H. 9, S. 355–361.

Dieckmann, J.W., & Knerndel, H. (2019). Inklusiver Mathematikunterricht an der Laborschule. In: C. Biermann, S. Geist, H. Kullmann & A. Textor (Hrsg.), *Inklusion im schulischen Alltag. Praxiskonzepte und Forschungsergebnisse aus der Laborschule Bielefeld* (S. 175–190). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Dieckmann, J. W., Gold, J., Knerndel, H., & Wilke, Y. (2022). Mathematik an der Laborschule – Auf dem Weg zu einem stufenübergreifenden Konzept von Jahrgang 0 bis 10. *Schule – Forschen – Entwickeln, 1* (1), S. 122–147. https://doi.org/10.11576/sfe_ls-6045

Feuser, G. (1989). Gemeinsames Lernen am gemeinsamen Gegenstand. In: A. Hildeschmidt & I. Schnell (Hrsg.), *Integrationspädagogik. Auf dem Weg zu einer Schule für alle* (S. 19–36). Weinheim, München: Juventa.

Flottmann, N. (2023). *Inklusiver Mathematikunterricht in der Grundschule – Lösungsstrategien und kooperatives Lernen „aus der Sache heraus“ mit Fermi-Aufgaben.* [Dissertation] Fakultät für Mathematik, Universität Bielefeld.

Hähn, K. (2021). *Partizipation im inklusiven Mathematikunterricht. Analyse gemeinsamer Lernsituationen in geometrischen Lernumgebungen.* Wiesbaden: Springer. doi: 10.1007/978-3-658-32092-8

Hammer, S. (2016). *Professionelle Kompetenz von Mathematiklehrkräften im Umgang mit Aufgaben in der Unterrichtsplanung* [Dissertation]. München: LMU München. doi: 10.5282/edoc.20439

Häsel-Weide, U., & Nührenbörger, M. (2017). Grundzüge des inklusiven Mathematikunterrichts. Mit allen Kindern rechnen. In U. Häsel-Weide & M. Nührenbörger (Hrsg.), *Gemeinsam Mathematik lernen – mit allen Kindern rechnen* (S. 8–21). Frankfurt am Main: Grundschulverband e.V.

Häsel-Weide, U., & Nührenbörger, M. (2021). Inklusive Praktiken im Mathematikunterricht. Empirische Analysen von Unterrichtsdiskursen in Einführungsphasen. *Zeitschrift für Grundschulforschung, 14*(1), 19–65. doi: 10.1007/s42278-020-00097-1

Häsel-Weide, U., Seitz, S., Wallner, M., Wilke, Y., & Heckmann, L. (2021). Mit Aufgaben im inklusiven Mathematikunterricht professionell umgehen – Erkenntnisse einer Interviewstudie mit Lehrpersonen der Sekundarstufe. *QfI – Qualifizierung für Inklusion, 3*(1), doi: 10.21248/QfI.57

[6] Zur methodischen Triangulation von dokumentarischer Methode und qualitativer Inhaltsanalyse siehe Paseka (2010).

Jütte, H., & Lüken, M. M. (2021). Mathematik inklusiv unterrichten – Ein Forschungsüberblick zum aktuellen Stand der Entwicklung einer inklusiven Didaktik für den Mathematikunterricht in der Grundschule. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, *14*(1), 31–48. doi: 10.1007/s42278-020-00094-4

Korff, N. (2012). Inklusiver Unterricht - Didaktische Modelle und Forschung. In S. Chilla & R. Benkmann (Hrsg.), *Die Inklusive Schule – Theorien, Forschungen und Erfahrungen* (S. 138–157). Immenhausen: Prolog-Verlag.

Korff, N. (2015). Inklusiven Mathematikunterricht von den Vorstellungen der Lehrerinnen und Lehrer aus entwickeln. In A. Peter-Koop, T. Rottmann & M. M. Lüken (Hrsg.), *Inklusiver Mathematikunterricht in der Grundschule* (S. 181–196). Offenburg: Mildenberger.

Kultusministerkonferenz (2022). *Bildungsstandards für das Fach Mathematik. Erster Schulabschluss (ESA) und Mittlerer Schulabschluss (MSA)*. Zugriff am 10.08.2023 unter https://www.kmk.org/themen/qualitaetssicherung-in-schulen/bildungsstandards.html#c5034

Laborschule Bielefeld (o.J.). Leitgedanken. http://laborschule-bielefeld.de/de/die-idee/leitgedanken

Leuders, T., & Prediger, S. (2012). „Differenziert Differenzieren“ –Mit Heterogenität in verschiedenen Phasen des Mathematikunterrichts umgehen. In R. Lazarides & A. Ittel (Hrsg.), *Differenzierung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht – Implikationen für Theorie und Praxis* (S. 35–66). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Mayring, P. (2015). Qualitative Content Analysis. Theoretical background and procedures. In A. Bikner-Ahsbahs, C. Knipping & N. Premeg (Hrsg.), *Approaches to qualitative research in mathematics education. Examples of methodology and methods* (S. 365–380). New York: Springer.

Moser Opitz, E. (2008). *Zählen, Zahlbegriff, Rechnen. Theoretische Grundlagen und eine empirische Untersuchung zum mathematischen Erstunterricht in Sonderklassen* (3. Aufl.). Bern: Haupt.

Moser Opitz, E., Grob, U., Wittich, C., Häsel-Weide, U., & Nührenbörger, M. (2018). Fostering the Computation Competence of Low Achievers through Cooperative Learning in Inclusive Classrooms: A Longitudinal Study. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, *16*(1), S. 19–35.

Müller G. N. (1995). Kinder rechnen mit der Umwelt. In: G. N. Müller & E. C. Wittmann (Hrsg.), *Mit Kindern rechnen* (S. 42–63). Frankfurt a. M.: Arbeitskreis Grundschule.

Neubrand, M., Jordan, A., Krauss, S., Blum, W., & Löwen, K. (2011). Aufgaben im COACTIV-Projekt: Einblicke in das Potenzial für kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 115–132). Münster: Waxmann.

Paseka, A. (2010). Interviews „qualitativ“ auswerten – ein Beispiel aus der Forschungspraxis. In C. Fridrich, M. Heissenberger & A. Paseka (Hrsg.), *Forschungsperspektiven 2* (S. 141–162). Münster: LIT Verlag.

Scherer, P. (1995). *Entdeckendes Lernen im Mathematik der Schule für Lernbehinderte. Theoretische Grundlegung und evaluierte unterrichtspraktische Erprobung.* Heidelberg: Schindele.

Schöttler, C. (2019). *Deutung dezimaler Beziehungen. Epistemologische und partizipatorische Analysen von dyadischen Interaktionen im inklusiven Mathematikunterricht*. Wiesbaden: Springer. doi: 10.1007/978-3-658-26771-1.

Seitz, S. (2020). Dimensionen inklusiver Didaktik - Personalität, Sozialität und Komplexität. *Zeitschrift für Inklusion*, 15(2). Abgerufen unter: https://www.inklusion-online.net/index.php/inklusion-online/article/view/570.

Thurn, S. (2011). Lernen, Leistung, Zeugnisse: eine Schule (fast) ohne Noten. In S. Thurn & K. J. Tillmann (Hrsg.), *Laborschule – Schule der Zukunft* (S. 50–63). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Von der Groeben, A. (2013). *Verschiedenheit nutzen 1: Aufgabendifferenzierung und Unterrichtsplanung.* Berlin: Cornelsen.

Wittmann, E. C. (1995). Aktiv-entdeckendes und soziales Lernen im Arithmetikunterricht. In: G. N. Müller & E. C. Wittmann (Hrsg.). *Mit Kindern rechnen* (S. 10–41). Frankfurt a. M.: Arbeitskreis Grundschule.