

Schüler:innenperspektiven zu Critical Mathematics Education

DANIELA STEFLITSCH, KLAGENFURT

Der Beitrag präsentiert Ergebnisse eines Forschungsprojekts zur Implementierung von Critical Mathematics Education (CME) im Mathematikunterricht. In enger Zusammenarbeit mit neun Lehrpersonen wurden praxisorientierte Umsetzungsmöglichkeiten entwickelt, die es Schüler:innen erlauben sollen, mathematisches Wissen mit gesellschaftlichen Kontexten zu verknüpfen und kritisch zu reflektieren. Der Fokus im vorliegenden Beitrag liegt dabei auf den Wahrnehmungen und Rückmeldungen der Schüler:innen, die zeigen, dass die Integration von CME-Aufgaben die Möglichkeit bietet sowohl fachliche als auch überfachliche und fächerübergreifende Kompetenzen im Mathematikunterricht zu fördern. Auf Grundlage der Schüler:innenperspektiven werden Potenziale und Herausforderungen bei der Implementierung diskutiert.

1. Einleitung

Die fortlaufenden Diskussionen darüber, welche Ziele der Mathematikunterricht verfolgen soll, sei es auf bildungspolitischer oder mathematikdidaktischer Ebene, betonen seit langem die Bedeutung von allgemeinbildenden Kompetenzen. Im deutschsprachigen Raum ist diese Diskussion stark durch das Konzept der Allgemeinbildung geprägt, das darauf abzielt, Wissen und Fähigkeiten zu fördern, die für ein verantwortungsbewusstes Leben in der Gesellschaft essentiell sind. Mathematikunterricht spielt dabei eine besondere Rolle, indem er Lernende dazu befähigen soll, komplexe gesellschaftliche Zusammenhänge zu verstehen und zu hinterfragen.

So argumentiert Werner Heymann (1996), dass Mathematikunterricht nicht nur fachliches Wissen vermitteln, sondern auch zur Lebensvorbereitung und Weltorientierung beitragen sollte und Anleitung zum kritischen Vernunftgebrauch sein soll. Er sieht in der Mathematik ein Werkzeug, das kritisches Denken und soziales Verantwortungsbewusstsein fördern soll, indem es zur reflektierten Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen Phänomenen anregt. In ähnlicher Weise betont Heinrich Winter (1995), dass Mathematik eine spezifische Art der Wahrnehmung und des Verstehens der Welt ermöglicht. Mathematikunterricht soll den Lernenden ermöglichen, Erscheinungen der Natur, Gesellschaft und Kultur in einer strukturierten und kritischen Weise zu verstehen. Ein zentrales Konzept bei Winter ist die Idee der „Grunderfahrungen“, die durch den Mathematikunterricht gefördert werden. Diese Erfahrungen sollen den Schüler:innen helfen, wesentliche Zusammenhänge in ihrer Umwelt zu erkennen und zu interpretieren (Winter 1995). Mathematik leistet damit einen Beitrag zur umfassenden Bildung und nicht nur zur Ausbildung funktionaler Fähigkeiten. Ziel des Mathematikunterrichts ist es daher, nicht nur fachliche Kenntnisse zu vermitteln, sondern auch Fähigkeiten wie kritisches Denken, Problemlösungsfähigkeit und soziale Verantwortung zu fördern.

Der österreichische Lehrplan greift nicht nur direkt auf die von Winter definierten „Grunderfahrungen“ in der Formulierung der Ziele von Mathematikunterricht zurück, sondern fokussiert schon ganz zu Beginn bei der Definition der allgemeinen Bildungsziele auf das „4-K-Modell“ der 21st century skills, welche Kritisches Denken, Kommunikation, Kollaboration und Kreativität umfassen (BMBWF 2023). Neu ist auch, dass neben innerfachlichen ebenso fächerübergreifenden Kompetenzen in allen Fächern gefördert werden sollen, um Schüler:innen dabei zu unterstützen, über die fachspezifischen Grenzen hinaus vernetzt zu denken. Zu den übergreifenden Themen zählen unter anderem Wirtschafts-, Finanz- und Verbraucher:innenbildung, interkulturelle und politische Bildung oder Umweltbildung für nachhaltige Entwicklung. Der Lehrplan beruft sich außerdem explizit darauf, dass Schule und Unterricht einen wesentlichen Beitrag zur Umsetzung der Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen leisten soll (BMBWF 2023). Erst durch das Einbeziehen von gesellschaftlich relevanten Themen in den

Unterricht „können Zusammenhänge und Wechselwirkungen gesellschaftlicher Phänomene für die Schüler:innen begreifbar werden“ (BMBWF 2023).

In Anbetracht der wichtigen Rolle, die die Mathematik bei der Beschreibung, Modellierung und dem Finden/Berechnen von Lösungsvorschlägen im Rahmen gesellschaftlicher Herausforderungen spielt, und der besonderen Bedeutung, die der Mathematik bei der Legitimation politischer Entscheidungen zukommt (Barwell 2020), erscheint es darüber hinaus unabdingbar, diesen Anforderungen gerade auch im Mathematikunterricht Rechnung zu tragen.

Ein spezifischer Ansatz, der eine Möglichkeit bietet, diesen Bildungszielen gerecht zu werden, ist Critical Mathematics Education (CME). CME zielt darauf ab, das traditionelle Verständnis von Mathematik als objektive, neutrale Disziplin zu hinterfragen und stattdessen soziale und politische Aspekte in den Mathematikunterricht zu integrieren. CME bietet also einen Rahmen, der es ermöglicht, mathematische Inhalte mit gesellschaftlichen, politischen und kulturellen Fragestellungen zu verknüpfen und damit einen umfassenderen Bildungsanspruch zu realisieren.

Dieser Beitrag untersucht die Perspektiven von Schüler:innen auf den Einsatz von CME im regulären Mathematikunterricht. Dabei geht es vor allem darum, zu verstehen, wie die Schüler:innen das Gelernte wahrnehmen und wie sie den CME-Unterricht erlebt haben, um so ein umfassendes Bild ihrer Auseinandersetzung mit diesem Ansatz zu erhalten.

2. Critical Mathematics Education

Im Rahmen der Critical Mathematics Education (CME) werden Aufgaben integriert, die die Schüler:innen zu einer kritischen Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen Themen anregen sollen. Dieser Ansatz geht also über das (Auswendig-)Lernen mathematischer Fakten und Verfahren hinaus und konzentriert sich auf die Integration gesellschaftlich relevanter Kontexte und deren kritische Reflexion im Mathematikunterricht (Frankenstein 1983; Gutstein 2006; Skovsmose 1985, 1994). Ziel ist es, den Schüler:innen ein kritisches Verständnis für die Rolle der Mathematik in der Gesellschaft zu vermitteln und sie zu befähigen, mathematische Werkzeuge zur Analyse und Hinterfragung sozialer Realitäten einzusetzen (Frankenstein 1990; Gutstein 2003).

Die Definition von CME variiert unter jenen, die sie praktizieren und dazu forschen, was zu unterschiedlichen Schwerpunkten in den jeweiligen Beiträgen führt (Powell & Brantlinger, 2008). Auch Skovsmose betont ausdrücklich, dass der Begriff CME in einem weiten Sinne verwendet werden kann (Skovsmose 2022). Für Hauge & Barwell (2017) kann CME als eine „philosophy of mathematics education“ verstanden werden, die darauf abzielt, ein tieferes Verständnis der sozialen, politischen und kulturellen Dimensionen mathematischen Wissens zu fördern.

Die Vielfalt der Ansätze ergibt sich zum Teil aus den unterschiedlichen theoretischen Traditionen, auf denen sie beruhen. CME hat sich seit den späten 1980er Jahren sowohl in Europa als auch in Nordamerika entwickelt. Europäische Wissenschaftler:innen, wie z. B. Skovsmose (1994), beziehen sich dabei eher auf die Theorien der „Frankfurter Schule“ (z.B. Adorno 1971) und betonen die Analyse und Kritik gesellschaftlicher Strukturen und die Rolle der Mathematik im Leben der Lernenden. Skovsmose (1994) verweist auf die „*formatting power*“ der Mathematik, die besagt, dass der Einsatz mathematischer Konzepte auch Realitäten schafft. In Anbetracht der oft unsichtbaren Rolle, die die Mathematik in unserem Leben spielt, insbesondere durch den Einsatz von Technologie, plädierte Skovsmose (1994) dafür, neben dem mathematischen und technologischen Wissen auch die Dimensionen des reflektierenden Wissens im Mathematikunterricht hervorzuheben.

Im Gegensatz dazu basieren viele amerikanische Beiträge auf Freires „critical pedagogy“ (Freire 1970), die sich darauf konzentriert, die Lernenden zu befähigen, Experten und Akteure des Wandels in ihrer eigenen Welt zu werden. Die Schüler:innen sollen lernen, mathematische Fähigkeiten zu nutzen, um

„die Welt zu lesen“ (Freire 1970; Gutstein 2006) und die Entscheidungen hinter scheinbar neutralen mathematischen Informationen zu verstehen und zu hinterfragen, um letztlich auch in die Lage versetzt zu werden, Unterdrückung zu bekämpfen.

CME hat sich in den letzten Jahren auch zunehmend auf Fragen der Nachhaltigkeit und damit verbundene sozialen Gerechtigkeit/Ungerechtigkeit konzentriert, um aktuelle globale Herausforderungen anzugehen (z.B. Abtahi et al. 2017; Barwell et al. 2022). Dies spiegelt einen erweiterten Ansatz wider, der ökologische und gesellschaftspolitische Dimensionen verbindet.

Alle CME-Traditionen teilen den Ansatz, die Rolle der Schüler:innen und Lehrer:innen anders als in sehr traditionellem Mathematikunterricht zu gestalten. Statt eines „exercise paradigm“ (Skovsmose 2001), bei dem Schüler:innen isoliert mathematische Aufgaben lösen, die oft ähnliche Strukturen und vorhersehbare Lösungswege haben, wird ein kollaborativer Lernraum geschaffen, der Dialog, kritische Reflexion und aktives Engagement fördert. Diese Unterrichtsform soll die Lernenden ermutigen, unterschiedliche Perspektiven zu diskutieren und sich intensiv mit komplexen Themen auseinanderzusetzen (Skovsmose 1994, 2001).

3. Kurzdarstellung des Forschungsprojekts und Methodik

Die Schüler:innendaten stammen aus einem größeren Forschungsprojekt, in dessen Rahmen eine Fortbildung zum Thema CME mit neun Mathematiklehrer:innen durchgeführt wurde. Diese Fortbildung, konzipiert von Steflitsch, fand zwischen Oktober 2021 und Mai 2022 statt und umfasste monatliche Workshops, in denen die Lehrkräfte gemeinsam an Konzepten, Zielen und praktischen Umsetzungen von CME für den Mathematikunterricht arbeiteten. An der Fortbildung nahmen sieben Mittelschullehrer:innen aus einer städtischen Mittelschule (MS) sowie ein Lehrer einer Berufsbildenden Höheren Schule (BHS) und eine Lehrerin einer Allgemeinen Höheren Schule (AHS) teil. Alle Teilnehmenden hatten zuvor keine Berührung mit CME und verfolgten größtenteils einen traditionellen Lehransatz.

Die Analyse für diesen Beitrag konzentrierte sich auf Interviewdaten von Schüler:innen aus drei verschiedenen Klassen (MS, AHS, BHS), die von drei unterschiedlichen Lehrpersonen unterrichtet wurden. Die Lehrkräfte wählten aus den freiwilligen Schüler:innen, die mit Zustimmung ihrer Erziehungsberechtigten teilnehmen wollten, eine heterogene Gruppe aus leistungsstarken, leistungsschwachen und durchschnittlichen Schüler:innen aus. Insgesamt nahmen 16 Schüler:innen an der ersten Runde halbstrukturierter Einzelinterviews teil, die im Wintersemester 2021 stattfanden, bevor die CME-Beispiele in den Unterricht integriert wurden. Die Fragen zielten darauf ab, die Wahrnehmung der Schüler*innen bezüglich Mathematik, ihre Erfahrungen im Unterricht und die Relevanz mathematischer Inhalte für ihr Leben zu erfassen. Die zweite Befragungsrunde fand im Mai und Juni 2022 statt, nachdem die Lehrkräfte die CME-Beispiele über mindestens sechs Unterrichtsstunden hinweg im Unterricht eingesetzt hatten. Aus administrativen Gründen nahmen hierbei nur 14 Schüler:innen teil. Neben ähnlichen Fragen wie in der ersten Runde lag der Schwerpunkt vor allem auf der Reflexion der CME-Einheiten. Alle Interviews wurden aufgezeichnet und transkribiert.

Zur Auswertung der Daten wurde eine qualitativ-thematische Analyseverfahren verwendet, die es ermöglicht, Erfahrungen und Verhaltensweisen in den Datensätzen zu identifizieren und besser zu verstehen (Braun & Clarke, 2006). Die Daten wurden induktiv kodiert, ohne sich an vorgegebenen Kategorien aus der Literatur zu orientieren. Nach der Kodierung mit MAXQDA wurden die entwickelten Codes mit Kolleg:innen diskutiert und übergreifende Themen sowie Subthemen gebildet.

3.1 Beispiele eingesetzter Aufgaben

Um ein besseres Verständnis der Schüler:innenantworten zu ermöglichen, erscheint es wichtig, auch Einblicke zu eingesetzten Lernumgebungen zu erhalten. Die teilnehmenden Lehrpersonen hatten große Freiheiten in der Wahl der CME-Aufgabenstellungen, die sie in ihren eignen Mathematikunterricht integrieren wollten. Das sollte einerseits garantieren, dass sich die Lehrpersonen in der Umsetzung selbst wohlfühlen, andererseits bot dies auch größtmögliche Einsatzmöglichkeiten je nach Klassenstufe und gerade behandeltem mathematischem Thema. Die Ansätze der Lehrkräfte variierten: Während einige die im Kurs besprochenen Aufgaben unverändert übernahmen, passten andere diese an die Dynamik bzw. Anforderungen ihrer Klassen an oder entwarfen gänzlich neue Aufgaben.

Im Folgenden werden die Lernumgebungen näher erläutert, die von den Lehrpersonen eingesetzt wurden, deren Schüler:innen in den Interviews darüber reflektierten.

Die MS- und BHS-Lehrperson wählten beide das Thema der Vermögensverteilung in Österreich als Schwerpunkt, welches während der Fortbildung besprochen wurde. Aufgabenstellungen zu globalen oder nationalen Aspekten der Vermögensverteilung scheinen ein beliebtes Thema, um soziale Gerechtigkeit im Mathematikunterricht zu thematisieren (z.B. Berry 2020; Esmonde 2014; Gutstein 2003; Gutstein & Peterson 2005/2013). In beiden Klassen führten Diskussionen zur Erkundung des österreichischen Steuersystems, um mögliche Wege zu finden, die Verteilung gerechter zu gestalten. Die detaillierten Aufgabenstellungen wurden an das Alter und das mathematische Wissen der Schülerinnen angepasst. Die Mittelschüler:innen lernten über Besteuerung und deren Auswirkungen auf unterschiedliche Einkommensgruppen, während die Schülerinnen der BHS das progressive Einkommenssteuersystem detaillierter analysierten und debattierten, was ein gerechtes Steuersystem ausmacht.

Die teilnehmende AHS-Lehrerin entwickelte eine Aufgabe zum Thema Wasserverbrauch von Lebensmitteln, inspiriert von einer Diskussion über Konsumverhalten mit ihren Schüler:innen. Ziel war es, Mathematik zu nutzen, um Mythen über die Umweltauswirkungen von Lebensmittelproduktion und -konsum zu hinterfragen und den Schüler:innen zu helfen, informierte Entscheidungen zu treffen. Die Integration von Umweltthemen in den Mathematikunterricht scheint besonders essentiell, da Mathematik eine wichtige Rolle beim Verständnis von klimabezogenen Phänomenen spielt (z.B. Abtahi et al. 2017; Barwell 2013; Berry 2020; Coles et al. 2013). Die Aufgabe umfasste die Analyse von Daten zum Wasserverbrauch verschiedener Lebensmittel sowie die Untersuchung der Nährstoffe, die der Körper für eine gesunde Ernährung benötigt. Schließlich sollten die Schüler:innen eine Einkaufsliste erstellen und ihre dabei getroffenen Entscheidungen begründen und so über ihr Konsumverhalten und die möglichen Auswirkungen ihrer Entscheidungen auf die Umwelt nachdenken.¹⁸

4. Perspektiven der Schüler:innen auf CME

Die Antworten der Schüler:innen auf die einleitende Frage, wie sie die Unterrichtseinheiten mit den CME-Beispielen erlebten, zeigten zunächst eine bemerkenswerte Vielfalt, auch innerhalb einer Klasse. Einige Schüler:innen konzentrierten sich in ihren Rückmeldungen sofort auf die gesellschaftlichen Kontexte der Stunden, wie beispielsweise Wasserverbrauch, Vermögensverteilung und Steuern. Sie erklärten, was sie in diesem Zusammenhang gelernt hatten und welche Fragen in ihren Gruppen diskutiert wurden. Andere hingegen richteten ihren Fokus auf die mathematischen Inhalte, wie Statistik, Prozentsätze und Grundrechenarten. Zudem gab es Schüler:innen, die auf die veränderte Arbeitsweise

¹⁸ Unter nachfolgendem Link gelangen Sie zu den konkreten Aufgabenstellungen und weiteren möglichen Lernumgebungen, die gerne verwendet und adaptiert werden können: <https://padlet.com/danisteflitsch/sozialkritische-themen-in-den-unterricht-integrieren-unterri-gzvw15a1gqs7deo>

während der Aufgabenbearbeitung hinwies, insbesondere darauf, dass sie gerne in Gruppen arbeiteten und verschiedene Standpunkte sowie Meinungen diskutierten.

Die Rückmeldungen zur Bewertung der Unterrichtseinheiten waren hingegen sehr einheitlich. Das allgemeine Feedback fiel durchweg positiv aus. Schüler:innen äußerten, dass der Unterricht „Spaß gemacht hat“ oder „wirklich interessant“ und „spannend“ war. Diese Rückmeldungen deuten auf ein erhöhtes Engagement der Schüler:innen in diesen Unterrichtseinheiten hin. Die Gründe für dieses Engagement scheinen jedoch vielfältig zu sein. Einige Schüler:innen betonten, wie spannend es war, im Mathematikunterricht über reale Themen zu lernen, während andere die Erfahrung der Gruppenarbeit oder die allgemeine Atmosphäre des Unterrichts hervorhoben, die ihnen weniger stressig erschien als der „normale“ Mathematikunterricht.

Die angesprochenen Aspekte in den allgemeinen Rückmeldungen auf die Einstiegsfragen, die schon einen guten ersten Eindruck vermittelten, was von Schüler*innen als bedeutend wahrgenommen wurde, und auch alle weiteren Antworten auf nachfolgende Fragen analysierten wir hinsichtlich identifizierbarer Effekte auf Schüler*innenebene. Diese Analyse lieferte drei übergeordnete Themengruppen (siehe Abbildung 1):

- Mathematik: Inhaltlich-mathematische Ebene
(mathematische Inhalte oder mathematische Tätigkeiten)
- Kontext: Gesellschaftlich-thematische Ebene
(Bewusstsein für und Wissen über gesellschaftlichen Kontext)
- Soziale Aspekte: Arbeiten in Gruppen, Zuhören, Diskutieren, Toleranz

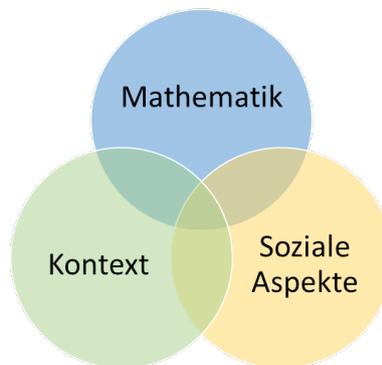


Abb. 1: Angesprochene Bereiche in den Schüler:innenreflexionen über CME

Einige Schüler:innen erwähnten in ihren ersten Rückmeldungen mehr als einen dieser Aspekte, was darauf hinweist, dass die Integration solcher Aufgaben in den Unterricht unterschiedliche Effekte auf verschiedenen Ebenen hervorrufen kann, die häufig miteinander verschmelzen und nicht klar voneinander zu trennen sind. Dies sollen auch die sich überschneidenden Bereiche im Venn-Diagramm verdeutlichen. Um den Reichtum und die Vielfalt der Antworten der Schüler:innen auch innerhalb eines Themas zu illustrieren, wird nachfolgend jeder der Bereiche detaillierter in den Blick genommen. Diese nuancierte Analyse ermöglicht eine tiefere Einsicht in ihre Reflexionen und hebt den facettenreichen Charakter der CME-Erfahrungen hervor.

4.1 Kontext-Ebene

Für viele Schüler:innen schienen die in den Mathematikunterricht integrierten CME-Aufgaben auch das Bewusstsein für die behandelten gesellschaftlichen Themen zu schärfen. So betonten sie in ihren Rückmeldungen vor allem den Bezug zu gesellschaftlich relevanten Themen wie dem Wasserverbrauch von Lebensmitteln oder der Vermögensverteilung.

Einige gaben sogar an, dass sie durch diese Stunden begannen, gesellschaftliche Fragestellungen kritisch zu hinterfragen, was sie vor den Unterrichtseinheiten selten oder nie getan hatten. So äußerte zum Beispiel Katrin: „Hmm... Also ich habe öfters gehört, dass Avocado schlecht für die Umwelt ist, aber ich habe nie hinterfragt warum eigentlich.“ Dies verdeutlicht, dass die Aufgaben nicht nur mathematische Fertigkeiten förderten, sondern auch das kritische Denken im Hinblick auf reale gesellschaftliche Themen anregten.

Die Rückmeldungen zeigen außerdem, dass die Schüler:innen die Verbindung zum echten Leben schätzen und dass dies im „normalen“ Mathematikunterricht eher selten vorkommt. Peter, ein AHS-Schüler, reflektierte etwa:

Ähm... Ja, auf jeden Fall mit so... ähm... Situationen, die man im echten Leben hat. Das macht man nicht so oft. Das haben wir nicht so oft in Mathe und das... das ist es eigentlich. Also, dass man sich was anschaut, was in Echt auch so ist. Das haben wir nicht so oft gemacht.

Andere Schüler:innen, berichteten zudem, dass die im Mathematikunterricht behandelten Themen Auswirkungen auf ihr Leben außerhalb der Schule hatten. Eine Schülerin erklärte zum Beispiel, dass sie und ihre Familie ihr Konsumverhalten geändert hätten, nachdem sie sich der Umweltauswirkungen von Lebensmitteln bewusster geworden seien.

Ich hab dann meiner Mutter auch davon erzählt und sie hat gesagt, dann werden wir halt ähm... jetzt eher darauf aufpassen, was wir kaufen. Und normalerweise haben wir so jede Woche fünf Avocados oder so gegessen und jetzt habe ich lange keine Avocados mehr in meiner Küche gesehen,

berichtete Lucy.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Verbindung von Mathematik mit gesellschaftlichen Themen nicht nur Möglichkeiten für das Vertiefen von fachlichem Verständnis liefert, sondern auch eine Brücke zur Lebenswelt der Schüler:innen schlug und ihr Bewusstsein für reale gesellschaftliche Herausforderungen schärfte.

4.2 Soziale Aspekte

Die CME-Unterrichtseinheiten förderten nicht nur das mathematische und thematische Verständnis, sondern auch das soziale Miteinander und die Fähigkeit der Schüler:innen, unterschiedliche Perspektiven zu respektieren und wertzuschätzen. Schüler:innen aller Altersstufen betonten, dass sie in diesen Stunden gelernt hätten, verschiedene Meinungen zu verhandeln und Lösungsvorschläge zu rechtfertigen. Da die CME-Aufgaben nicht nur eine „richtige“ Antwort verlangten, unterschieden sich die Ansichten und Herangehensweisen der Schüler:innen oft, was die Toleranz gegenüber anderen Sichtweisen und die Wertschätzung unterschiedlicher Lebensrealitäten förderte.

Ein zentrales Element in den Rückmeldungen war die Betonung darauf, dass die Schüler:innen sich für die von anderen Gruppen oder Mitschüler:innen vorgeschlagenen Lösungen interessierten. Das Nachvollziehen anderer Herangehensweisen (sei es mathematisch oder thematisch) ermöglichte es ihnen, ihre eigenen Perspektiven zu reflektieren und zu verstehen, warum andere Schüler:innen andere Lösungswege wählten. Das zeigt sich auch in Viktorias Rückmeldung, die dazu meinte: „Weil manche nehmen zwar das Gleiche, aber haben eine andere Erklärung... und das ist dann immer ganz interessant.“

Generell hoben Schüler:innen hervor, dass die CME-Aufgaben eine größere Unabhängigkeit förderten, da es keine vorstrukturierten Lösungswege gab. Dies bot ihnen die Möglichkeit, ihre eigenen Erfahrungen und ihre Persönlichkeit in den Lösungsprozess einzubringen. Laura, eine BHS-Schülerin, fasste dies folgendermaßen zusammen.

Aber da [in den CME-Einheiten] war es ja einfach noch ein bisschen anders, weil wir selbstständig denken haben müssen [...] Dann bringt es halt auch nichts, nur faul im Unterricht zu sitzen. Und da, wenn wir echt in Gruppen sind, da haben wir echt alle den Kopf anstrengen müssen und alle was dazu beitragen müssen.

Interessanterweise unterschieden die Schüler:innen deutlich zwischen der Arbeit in Gruppen im regulären Mathematikunterricht und den CME-Stunden. Während sie im normalen Unterricht oft nur „Aufgabenpakete lösen“ und einige „die Arbeit auf andere schieben“, betonten sie, dass in den CME-Stunden „jeder etwas beigetragen hat, um eine Lösung zu finden“ (Peter). Dies deutet darauf hin, dass die positiven Effekte nicht nur auf das veränderte Interaktionsmuster, sondern auch auf die CME-Aufgabenstellungen selbst zurückzuführen sind, die Gruppendiskussionen aktiv fordern und fördern.

Die Antworten der Schüler:innen lassen erkennen, dass sozialen Aspekte – wie die Entwicklung von Diskussions- und Argumentationskompetenzen sowie das Verständnis für andere Meinungen – eine zentrale Rolle im CM-Unterricht spielen. CME-Aufgaben scheinen damit nicht nur das fachliche Lernen zu fördern, sondern auch das soziale Miteinander und den gegenseitigen Respekt zu stärken. Dies wird durch Jessicas Rückmeldung unterstrichen:

Also wir haben uns jetzt nicht gestritten, weil die anderen eine andere Meinung gehabt haben, sondern wir haben uns respektiert, weil es kann ja nicht jeder die gleiche Meinung haben wie wir. Und manche haben Sachen eingebracht, die wir noch gar nicht beachtet haben.

4.3 Mathematik-Ebene

Die Wahrnehmungen der Schüler:innen über die mathematischen Inhalte der CME-Einheiten variierten erheblich, selbst innerhalb derselben Klasse. Einige Schüler:innen, wie die AHS-Schülerin Viktoria, sprachen den mathematischen Schwerpunkt, wie Statistik, direkt in ihrer ersten Rückmeldung an und schätzten die Verbindung zwischen den mathematischen Inhalten und dem gesellschaftlichen Kontext, wie z.B. dem Wasserverbrauch, als relevant ein. Andere aus der gleichen Klasse hatten Schwierigkeiten, die mathematischen Aspekte der Aufgaben zu erkennen oder zu benennen, selbst bei gezielten Nachfragen. So fiel zum Beispiel Tom zum mathematischen Inhalt auch auf direkte Nachfrage wenig ein: „Wir haben nur das Wasser zusammengerechnet und mit dem Rindfleisch verglichen. Mehr haben wir nicht gemacht.“

Er fasste den mathematischen Anteil lediglich als das „Zusammenrechnen“ von Wasser und Fleisch auf und führte, seiner Meinung nach, keine anderen mathematischen Tätigkeiten aus beziehungsweise erkannte keine anderen mathematischen Inhalte, die Teil der CME-Aufgaben gewesen sein könnten.

Diese Rückmeldungen zeigen, dass einige Schüler:innen den mathematischen Gehalt der Aufgaben nicht unmittelbar erkannten, insbesondere wenn sie keine expliziten Berechnungen durchführten.

Eine genauere Analyse der Aufgaben hinsichtlich der geförderten Handlungs- oder Prozessdimensionen, wie sie im Kompetenzmodell der Bildungsstandards definiert sind, zeigt, dass viele Schüler:innen mathematische Tätigkeiten nannten, die der Dimension „Operieren“ zuzuordnen sind. Häufig beschrieben sie ihre Aktivitäten als „etwas zusammengerechnet“, „Prozente ausgerechnet“ oder „Rechnungen gemacht“. Nur wenige Rückmeldungen bezogen sich auf andere Dimensionen wie Interpretieren, Vermuten und Begründen oder Problemlösen, obwohl die CME-Aufgaben tendenziell vor allem diese Handlungsbereiche besonders fördern.

Beispielsweise fokussierten die Lernziele im Beispiel zur Vermögensverteilung auf das Verstehen und den vielfältigen Umgang mit Daten sowie mit Prozenten und Brüchen (je nach Klassenstufen). Während einige Teilaufgaben Rechenfertigkeiten erforderten, beinhalteten andere das Interpretieren von Informationen und das Entwickeln von Schlussfolgerungen, insbesondere in Bezug auf gerechte Wohlstandsverteilung. Die Schüler:innen mussten Informationen aus verschiedenen Quellen verknüpfen und eine eigene Darstellung erstellen, um das Thema besser zu verstehen. Reflexionsfragen forderten zudem mathematisches Denken und die Fähigkeit, Daten zu analysieren und zu begründen. Ähnliche Lernziele sollten auch für die Aufgabe zum Wasserverbrauch von Lebensmittel abgedeckt werden. Aussagen wie „es waren nur Rechnungen mit Wasserverbrauch“ verdeutlichen aber, dass der Einsatz von Mathematik häufig auf grundlegende Berechnungen reduziert wurde.

Auch bei genauerem Nachfragen in den Interviews wie sie zu ihren Lösungen gelangten und diese begründeten, betonten die Schüler:innen eher kontextbezogene Argumente und hoben die Mathematik nur selten als Werkzeug, das sie dazu verwendet hatten, hervor. Obwohl sie ihre Ergebnisse mithilfe von Mathematik darstellten und begründeten – sichtbar durch Ergebnisplakate und Unterrichtsbeobachtung – sahen sie diese Aktivitäten oft nicht als explizit mathematisch an, sondern fokussierten sich nur dann auf das „Mathematische“, wenn es um konkrete Berechnungen ging. Mathematisches Handeln wurde somit häufig primär oder ausschließlich als Rechnen bzw. Operieren aufgefasst.

Manche der Schüler:innen beschrieben, wie sie die CME-Einheiten, durch den veränderten Fokus, der weniger auf reines Rechnen und Operieren abzielte, als eine andere Art des Mathematikunterrichtes wahrnahmen. Auch wenn diese dabei nicht direkt Kompetenzen wie Interpretieren oder Argumentieren ansprachen, beschrieben sie den veränderten Schwerpunkt. Peter fasste diese Tatsache folgendermaßen zusammen:

Ja, das war ganz spannend, aber das habe ich... also... da habe ich... das war mehr so zu überlegen und nicht so viel zu rechnen. Das habe ich sehr spannend gefunden, weil da habe ich auch was Neues gelernt.

Auch eine andere gymnasiale Schülerin, Katrin, hob in ihren Erzählungen diese andere Art des Unterrichts bzw. der Aufgabenstellung hervor, die ihrer Meinung nach wohl weniger mathematisch war als klassische Übungsaufgaben: „Es war jetzt nicht so eine Aufgabe, wo gesagt wurde: ‚Bitte rechnet das jetzt aus‘ oder irgendsowas ganz Mathematisches“.

Generell war in den Rückmeldungen deutlich erkennbar, dass das Hauptaugenmerk in diesen Unterrichtseinheiten klar auf dem Lösungsprozess und weniger dem Endergebnis lag. Viele beschrieben ausführlich, wie sie zu ihren Lösungen gelangt waren, während die eigentliche Lösung oft nicht im Vordergrund stand. Da unterschiedliche Gruppen in der Regel verschiedene Lösungen präsentierten, war es entscheidend, die Herangehensweisen zu begründen, um nachvollziehbar zu machen, wie die Ergebnisse zustande kamen. Schüler:innen konnten sich auch in den Interviews teilweise sehr genau an Lösungsvorschläge anderer Gruppen erinnern und erwähnten, dass sie teils auch ihre eigenen Ergebnisse aufgrund anderer Perspektiven überarbeiteten. Es scheint also, dass für die Schüler:innen nicht nur die Arbeit an den Aufgaben in ihrer eigenen Gruppe, sondern auch das Nachvollziehen der Herangehensweisen anderer Gruppen sowie das anschließende Reflektieren, Vergleichen und Anpassen der eigenen Lösungen wichtiger Teil dieser Unterrichtsstunden waren.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Schüler:innen die mathematischen Inhalte der CME-Einheiten auch innerhalb einer Klasse sehr unterschiedlich wahrnahmen. Während einige den mathematischen Gehalt und die Verknüpfung mit gesellschaftlichen Themen erkannten und wertschätzten, beschränkten sich viele in ihren Rückmeldungen auf einfache Berechnungen und Operieren.

Es wurde aber auch deutlich, dass das kollaborative Arbeiten, das Vergleichen und Überarbeiten von Lösungsansätzen sowie die Fähigkeit, verschiedene Herangehensweisen zu reflektieren, eine zentrale Rolle in diesen Unterrichtsstunden spielten, wodurch viele diese Einheiten als eine andere Art des Mathematikunterrichts wahrgenommen haben. Dies verdeutlicht die Beschreibung von Mittelschüler Peter:

Ja, weil das war so ein bisschen... Es war zwar Mathematik, aber andere Mathematik. [...] Eher, so... ich weiß nicht, wie man da sagt... aber mhm ... so ... (überlegt länger) so ... rednerische Mathematik. So Art soziale Mathematik.

5. Diskussion

Die Rückmeldungen der Schüler:innen zeigen, dass CME-Ansätze das Potenzial haben, überfachliche und fächerübergreifende Kompetenzen durch die Verknüpfung von Mathematik mit gesellschaftlich relevanten Themen zu fördern. Schüler:innen setzten durch den CME-Ansatz nicht nur mathematische Fertigkeiten ein, sondern trainierten auch soziale Kompetenzen, wie das Diskutieren und Respektieren unterschiedlicher Meinungen und mussten ihre Sichtweisen und Lösungsvorschläge (durch mathematische Überlegungen) begründen.

Gleichzeitig zeigt sich, dass in den Reflexionen der Unterrichtsstunden der mathematische Gehalt oftmals nicht immer im Vordergrund der Schüler:innenwahrnehmung steht. Das zeigt auch, dass in dieser Art des Unterrichts unterschiedliche Aspekte zusammenwirken – darunter die Integration gesellschaftlicher Themen, unterschiedliche soziale Arbeitsformen und der Fokus auf teils andere mathematische Tätigkeiten. Andererseits verdeutlicht es ebenso, dass die Vorstellung, was überhaupt als mathematische Tätigkeit angesehen wird, die Rückmeldungen bedeutend beeinflussen.

Die Antworten in den Interviews verdeutlichen, dass Schüler:innen oft erst durch gezielte Anhaltspunkte erkennen, welche (mathematischen) Schritte zur Lösungsfindung notwendig waren. Manche Schüler:innen wurden sich erst beim konkreten Nachfragen über die Aufgabenstellung und die Schritte im Lösungsprozess bewusst, was zur Lösungsfindung geführt hat. Das zeigt, dass explizite Reflexionsanlässe Teil eines CME-Unterrichts sein sollten, um sowohl die mathematischen als auch die überfachlichen potentiellen Lerngelegenheiten dieser Einheiten für alle Schüler:innen besser wahrnehmbar zu machen. Das erscheint vor allem deshalb essentiell, da CME-Aufgaben oftmals einen eher offenen Charakter aufweisen, welche wenig direkte Anweisungen für Berechnung enthalten und verstärkt Kompetenzen wie Interpretieren, Modellieren, Argumentieren und Begründen erfordern.

Reflexionsanlässe können allgemeine Fragen zum Lösungsprozess beinhalten, wie zum Beispiel:

Was hat dir geholfen, die Aufgabenstellung zu verstehen?

Wie bist du zu einer Lösung gekommen?

Welche Schritte waren im Lösungsprozess notwendig?

Zusätzlich können spezifischere Fragen zu den mathematischen Lernzielen und Inhalten gestellt werden, wie zum Beispiel:

Was könnten mathematische Lernziele dieser Unterrichtsstunden gewesen sein?

Welche mathematischen Fertigkeiten hast du in der Problembearbeitung konkret angewandt?

Welche mathematischen Tätigkeiten, die nicht in den Bereich des Operierens/Rechnens fallen, haben zur Lösungsfindung beigetragen?

Gab es Unterschiede zwischen den Lösungen deiner Gruppe und denen anderer Gruppen? Was war der Grund dafür? Welche Unterschiede in der mathematischen Herangehensweise konntest du erkennen?

Diese expliziten Anlässe bieten sowohl für Schüler:innen als auch für die Lehrpersonen die Möglichkeit, ihr Verständnis und ihr eigenes Bild von Mathematik und Mathematikunterricht zu erweitern und explizit darüber nachzudenken, was als mathematische Tätigkeit wertgeschätzt wird.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die definierten Ziele im österreichischen Lehrplan, die auf die Förderung von Kompetenzen wie kritisches Denken, Kollaboration und Kommunikation abzielen, durch die Implementierung von CME-Ansätzen wirksam unterstützt werden können. Darüber hinaus fördern CME-Aufgaben das Trainieren anderen Handlungs- oder Prozessdimensionen und durch die authentische Integration gesellschaftlicher Kontexte wird auch ein Beitrag zu den Allgemeinbildungsansprüchen des Mathematikunterrichts geleistet. Viele der befragten Schüler:innen betrachteten die Verbindung der gesellschaftlichen Themen, „die man im echten Leben hat“, mit Mathematik als interessant und wichtig. Diese verdeutlicht, dass CME Aufgaben die Möglichkeit bieten, die „Erscheinungen der Welt um uns, die uns alle angehen oder angehen sollten, aus Natur, Gesellschaft und Kultur, in einer spezifischen Art wahrzunehmen und zu verstehen“ (Winter 1995, S. 37).

Indem gesellschaftliche Themen in den Mathematikunterricht integriert werden, wird also nicht nur das mathematische Verständnis vertieft, sondern auch ein Beitrag zu einer umfassenderen Bildung geleistet, die den Anforderungen des 21. Jahrhunderts gerecht wird. Daher kann CME als ein möglicher und vielversprechender Ansatz in Richtung eines zeitgemäßen Mathematikunterrichts betrachtet werden.

Literatur

- Abtahi, Yasmine, Gotze, P., Steffensen, L., Hauge, K. H & Barwell, R. (2017): Teaching climate change in mathematics classrooms: An ethical responsibility. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, 32. Online: <https://hvlopen.brange.unit.no/hvlopen-xmlui/handle/11250/2993623> (Zugriff: 15. 6. 2024)
- Adorno, T. W. (1971): *Erziehung zur Mündigkeit*. Frankfurt: Suhrkamp.
- Barwell, R. (2013): The mathematical formatting of climate change: critical mathematics education and post-normal science. *Research in Mathematics Education*, 15(1), 1–16. <https://doi.org/10.1080/14794802.2012.756633>
- Barwell, R. (2020): Mathematics and politics? Climate Change in the mathematics classroom. In G. Ineson & H. Povey (Hrsg.): *Debates in Subject Teaching Ser. Debates in Mathematics Education* (S. 197–209). Routledge.
- Barwell, R., Boylan, M. & Coles, A. (2022): Mathematics education and the living world: A dialogic response to a global crisis. *The Journal of Mathematical Behavior*, 68, <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.101013>
- Berry, R. Q. (2020): *High School Mathematics Lessons to Explore, Understand, and Respond to Social Injustice*. Thousand Oaks: SAGE Publications.
- BMBWF. (2023): Lehrpläne NEU für Primar. und Sekundarstufe I: Struktur der Lehrpläne. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, Online: <https://www.paedagogikpaket.at/massnahmen/lehrplaene-neu/allgemeiner-teil.html#lp> (Zugriff: 16. 7. 2024)
- Braun, V. & Clarke, V. (2006): Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Coles, A., Barwell, R., Cotton, T., Winter, J. & Brown, L. (2013): *Teaching secondary mathematics as if the planet matters*. Hoboken: Taylor and Francis.
- Esmonde, I. (2014): “Nobody’s rich and nobody’s poor ... It sounds good, but it’s actually not”: Affluent students learning mathematics and social justice. *Journal of the Learning Sciences*, 23(3), 348–391.
- Frankenstein, M. (1983): Critical Mathematics Education: An application of Paulo Freire’s epistemology. *Journal of Education*, 165(4), 315–339.
- Frankenstein, M. (1990): Incorporating Race, Gender, and Class Issues into a Critical Mathematica Literacy Curriculum. *The Journal of Negro Education*, 59(3), 336. <https://doi.org/10.2307/2295568>
- Freire, P. (1970): *Pedagogy of the Oppressed*. Bloomsbury Publishing.
- Gutstein, E. (2003): Teaching and learning mathematics for social justice in an urban, latino school. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(1), 37.

- Gutstein, E. (2006): *Reading and writing the world with mathematics: Toward a pedagogy for social justice*. New York: Routledge.
- Gutstein, E. & Peterson, B. (Hrsg.). (2005/2013): *Rethinking mathematics: Teaching social justice by the numbers*. Rethinking Schools. (Erstveröffentlichung 2005)
- Hauge, K. H & Barwell, R. (2017): Post-normal science and mathematics education in uncertain times: Educating future citizens for extended peer communities. *Futures*, 91, 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.11.013>
- Heymann, H. W. (1996): *Allgemeinbildung und Mathematik* (Dr. nach Typoskript). Reihe Pädagogik: Bd. 13. Weinheim: Beltz.
- Powell, A. B. & Brantlinger, A. (2008): A pluralistic view of critical mathematics. In J. F. Matos, P. Valero & K. Yasukawa (Hrsg): *Fifth international Mathematics Education and Society conference*. Symposium im Rahmen der Tagung von Centro de Investigacao em Educacao, Universidade de Lisboa; Department of Education, Learning and Philosophy, Aalborg University, Albufeira, Portugal.
- Skovsmose, O. (1985): Mathematical education versus critical education. *Educational Studies in Mathematics*, 16(4), 337–354.
- Skovsmose, O. (1994): *Towards a philosophy of critical mathematics education*. Dordrecht: Kluwer.
- Skovsmose, O. (2001): Landscapes of investigation. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 33, 123-132. <https://doi.org/10.1007/BF02652747>
- Skovsmose, O. (2022): Concerns of Critical Mathematics Education – and of Ethnomathematics. *Revista Colombiana de Educación* (86), 361–378. <https://doi.org/10.17227/rce.num86-13713>
- Winter, H. (1995): Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 61, 37–46. <https://doi.org/10.1515/dmvm-1996-0214>

Verfasserin

Daniela Steflitsch
 Alpen-Adria-Universität Klagenfurt
 Institut für Didaktik der Mathematik
 Sterneckstraße 15
 9020 Klagenfurt
 daniela.steflitsch@aau.at