

# Diskutieren im Mathematikunterricht – nicht nur (über) Kurven

RAINER SCHMID-ZARTNER, WIEN

In diesem Beitrag soll der Mathematikunterricht von einer Perspektive außerhalb desselben in den Blick genommen und auf seine Relevanz für die Herausbildung mündiger Staatsbürgerschaft, getragen von konstruktiv-kritischer Solidarität mit dem gesellschaftlichen Ganzen, befragt werden. Mathematik als Bildungsfach müsste den Schwerpunkt des Unterrichts von der auf operative Aspekte konzentrierten Inhaltsreflexion mehr zur Sinn- und Bedeutungsreflexion verlagern.

## 1. Bildungstheoretische Grundlagen

Ein Unterricht, der Mathematik als Bildungsfach versteht, kann sich nicht in einer Einführung in die technisch-operativen Aspekte dieser Wissenschaft erschöpfen. Er müsste auch die Mathematik insgesamt in den Blick nehmen in ihrer Bedeutung für Individuum und Gesellschaft.

### 1.1 Hauptthese

Der (derzeitige) Mathematikunterricht ist aus bildungstheoretischer Perspektive defizitär, was mit (s)einem zu restriktiven Reflexionsbegriff zusammenhängt. Er konzentriert sich genau auf den für höhere Allgemeinbildung irrelevantesten Aspekt, nämlich auf das Operative.

*Mathematik als Bildungsfach ernst zu nehmen würde bedeuten, den Bereich der Reflexion über die mathematischen Begriffe und Zusammenhänge und deren unmittelbare Anwendungen hinaus auszuweiten auf die Beziehungen zwischen Mathematik, Mensch und Gesellschaft. In diesem Sinn müsste der Mathematikunterricht also auch eine auf Mathematik bezogene Bedeutungsreflexion provozieren und begleiten..*

### 1.2 Anthropologische Fundierung und Bildungsbegriff

Nachdenken über Bildung bedeutet Nachdenken über das Wesen des Menschen. Dieser bewohnt nicht einfach eine von ihm „passiv“ vorgefundene Welt, er bringt sie vielmehr aktiv handelnd und gestaltend hervor, was sie dann eigentlich erst zu „seiner“ Welt macht. Der Mensch ist zum Entscheiden und Handeln gleichermaßen privilegiert und verurteilt – Handlungsfähigkeit ist unser primärer Welt- und Selbstbezug und damit auch zentrales Ziel von Bildung (vgl. Schmid-Zartner 2012a).

Menschliches Handeln vollzieht sich im Horizont von drei grundlegenden „Vermögen“ (vgl. Schmid-Zartner 2012b):

- Rechnender Verstand als „Vermögen der Regeln“ (KANT):

Handeln setzt (neben innerer und äußerer Freiheit – Willensfreiheit und Handlungsfreiheit) eine (erkannte oder konstruierte) Regelmäßigkeit der Welt voraus als Grundlage für Intervention und Gestaltung. Wir müssen in der Lage sein, „Kausalketten auszulösen, ohne dabei selbst (vollständig) kausal determiniert zu sein“ (vgl. Werner 2006, S. 545). Bildung bedeutet also zunächst die Einsicht in die Gesetzmäßigkeiten der natürlichen und sozialen Welt und auch die Fähigkeit, diese Regelmäßigkeit gestaltend auszunützen. Auf mathematische Bildung im Rahmen höherer Allgemeinbildung bezogen bedeutet dies, dass die Kenntnis grundlegender mathematischer Begriffe, Zusammenhänge und Techniken unverzichtbar ist, diese systematischen und operativen Aspekte aber immer im Hinblick auf ein integriertes Gesamtbild von Mathematik, ihrer Möglichkeiten und Grenzen und ihrer Bedeutung für unser individuelles und kollektives Leben ausgewählt und beurteilt werden sollten.

- Reflektierende Vernunft als „Vermögen der Prinzipien“ (KANT):

Regelhaftigkeit hat immer Grenzen, an denen Entscheidung und Bewertung notwendig werden. Zwei Beispiele sollen das verdeutlichen – das erste die Grundlagen der Mathematik betreffend, das zweite in direktem Zusammenhang mit fundamentalen Fragen repräsentativer Demokratie (vgl. Schmid-Zartner 2012a):

Das von GÖDEL 1931 entdeckte Phänomen der prinzipiellen Unvollständigkeit hinreichend ausdrucksstarker formaler Systeme (vgl. Gödel 1931) zeigte sich auch bald im Zusammenhang mit einer Frage, die schon CANTOR beschäftigt (und gequält) hatte: Gibt es Kardinalitäten zwischen der Mächtigkeit der natürlichen Zahlen und der des reellen Zahlenkontinuums (oder allgemeiner zwischen der Mächtigkeit einer unendlichen Menge  $M$  und der Mächtigkeit der Potenzmenge von  $M$ ) („Kontinuumshypothese“)? Es stellte sich heraus (GÖDEL 1940; COHEN 1963), dass diese Frage auf der Grundlage gängiger mengentheoretischer Axiomatisierungen (etwa der Zermelo-Fraenkel-Mengenlehre mit Auswahlaxiom (ZFC)) nicht entscheidbar war – der Formalismus äußert sich dazu einfach nicht: Ein Mathematiker kann also seine Mengenlehre um die Kontinuums-hypothese erweitern, während seine Kollegin im Nachbarzimmer von deren Negation ausgeht, und beide riskieren dabei keinen Widerspruch, der nicht schon im ursprünglichen System ZFC versteckt war. Diese Grenze der Regelhaftigkeit des mathematischen Formalismus kann man als Anforderung zur weiteren Ausgestaltung des Systems betrachten, wobei aber Entscheidungen zu treffen sind, die eben nicht innerhalb des Regelsystems einfach „ausgerechnet“ werden können, sondern eine prinzipielle Ebene betreffen: An welche Regelhaftigkeit wollen (oder sollen) wir uns für den weiteren Ausbau der Mathematik binden?

Diese „befreiende Verpflichtung“ zur vernunftbasierten Ausgestaltung von Regelsystemen im Horizont von außerhalb desselben angesiedelten Endzwecken ist aber nicht bloß ein innermathematisches Phänomen, sie ist vielmehr jeglicher Regelhaftigkeit überhaupt inhärent. Ein Beispiel von hoher Relevanz für unsere demokratisch verfasste Lebensform liefert der Satz von ARROW, der sich auf die Möglichkeiten und Grenzen der wahlarithmetischen Verrechnung von Einzelvoten zu einem „Gesamtergebnis“ bezieht (vgl. Arrow 1951): Wenn man von einigen wenigen, sehr plausiblen Forderungen an ein derartiges Auswertungsverfahren ausgeht, dann lässt sich zeigen, dass es kein Rechenverfahren gibt, das alle diese Erwartungen zusammen erfüllt. Demokratie ist also nicht einfach ein Rechenbeispiel – wir müssen uns immer wieder entscheiden:

„[...] Kenneth Arrow proved mathematically that paradoxes are unavoidable and that every voting mechanism, except one, has inconsistencies. As if that were not enough [...] every voting mechanism, except one, can be manipulated. Unfortunately, the only method of government that avoids paradoxes, inconsistencies, and manipulations is dictatorship.” (SZPIRO, S. ix)

Wir müssen uns also entscheiden

„[...] zwischen einer formal konsistenten, „bequemen“ Diktatur in Unfreiheit und einer ständig von Widersprüchen und Manipulierbarkeit bedrohten mühsamen Demokratie, an der wir – als Preis für Mitbestimmung und Freiheit – permanent entscheidend und gestaltend tätig sein müssen.“ (Schmid-Zartner 2012a, S. 10)

Der entscheidende Punkt ist, dass Regelhaftigkeit „an ihren Rändern“ auf einen Bereich prinzipieller Endursachen („Zwecke“) und damit auf eine Gestaltungsnotwendigkeit und Gestaltungsfreiheit dieser Regelhaftigkeit gegenüber verweist. Damit ist eine Vernunftautonomie angesprochen, die sich aber eben nicht als anarchisch-regellose Beliebigkeit manifestiert, sondern als Fähigkeit und Bereitschaft zur regelhaften Selbstbindung. Auf die Mathematik bezogen: Sie befreit uns zur Gestaltung ihr gegenüber, indem sie uns an ihre Regeln bindet.

- Rechtfertigende Verantwortung als Vermögen des Diskurses:

„Man kann nicht privatim einer Regel folgen“ (vgl. Wittgenstein 2001, § 202). Auch die Vernunft als autonome Selbstgesetzgebung ist angewiesen auf eine Kontrollinstanz zur Vermeidung der Beliebigkeit eines Vernunftsolipsismus, der letztlich dann einfach macht was er will. Diese Instanz kann Gott sein, die Natur, die Menschheit oder die Gesellschaft, die Geschichte oder die Zukunft (vgl. Schmid-Zartner 2012c) – es geht um die ethische Dimension der diskursiven Rechtfertigung eigener Entscheidungs- und Handlungsmaximen, also um Verantwortung.

THESE 1: Der Mensch ist ein Handlungswesen. Rechnender Verstand, reflektierende Vernunft und rechtfertigende Verantwortung bilden die Grundlage menschlicher Handlungsfähigkeit als zentraler Zielkategorie von Bildung, die sich dann auch auf allen diesen drei Ebenen aktualisieren muss.

### 1.3 Bildung und Reflexion

Unser Handeln setzt vorgängiges Entscheiden voraus, und dieses oft unter Bedingungen von Unsicherheit. Wir sind alle in den meisten Entscheidungsbereichen Laien und als solche auf die Meinungen von Experten und Expertinnen angewiesen. Daher schlägt Roland FISCHER als primäres Ziel höherer Allgemeinbildung die Kommunikationsfähigkeit mit ExpertInnen und mit der Allgemeinheit vor (vgl. Fischer 2012a): Höher Allgemein Gebildete sollten nicht selbst kleine ExpertInnen für alles sein, sondern sie sollten eine Vermittlungsfunktion zwischen ExpertInnen und der Allgemeinheit einnehmen (können), indem sie sinnvolle Fragen stellen und die Antworten im jeweiligen Kontext erklären und bewerten können. Diese Form der Kommunikationsfähigkeit sieht FISCHER auch als Orientierungsprinzip für die Aushandlung von Unterrichtsinhalten an höheren Schulen – ein Prozess, zu dem alle am Bildungsgeschehen Interessierte und Beteiligte eingeladen sind und der letztlich den eigentlichen Bildungsprozess, gestützt auf Bewertung und Integration zu einem ganzheitlichen Weltbild, ausmacht (vgl. Fischer 2012b).

Man kann in diesem Zusammenhang grob drei Kompetenzebenen unterscheiden (vgl. Fischer 2012a):

- Grundkenntnisse und -fertigkeiten: Konzepte – Begriffe – Darstellungsformen
- Operative Kompetenzen: Rechnen – Problemlösen – Wissensgenerierung
- Reflexionskompetenzen: Möglichkeiten – Grenzen – Sinn – Bedeutung – Bewertung.

Während Expertinnen in einem bestimmten Bereich über alle drei Kompetenzformen verfügen sollten (speziell auch über operative Fähigkeiten), sind für gebildete Laien der erste und der dritte Bereich wichtig: Grundwissen für die Kommunikation mit ExpertInnen und Reflexionswissen für die Einordnung und Bewertung der Expertenmeinungen. Für den Mathematikunterricht ergibt sich daraus die Forderung nach einer Reduktion der operativen Anforderungen und einer Erhöhung der Ansprüche beim Reflektieren (vgl. Peschek 2005).

In einer weiteren Ausdifferenzierung des Reflexionsbegriffs unterscheidet Ludwig BAUER mehrere Ebenen der auf Mathematik bezogenen Reflexion (vgl. Bauer 1990):

- Reflexion im Gegenstand Mathematik - Inhaltsreflexion:  
Verständiges Betreiben von Mathematik, Problemlösen, mathematische Metakognition
- Reflexion über die Mathematik – Gegenstands- und Sinnreflexion:  
Nachdenken über die Mathematik auf der Metaebene:
  - (a) Gegenstandsreflexion: Wesen der Mathematik – Wissenschaftstheorie
  - (b) Bedeutungs- und Sinnreflexion: Möglichkeiten, Grenzen, Bedeutung (individuelle wie kollektiv), Sinn und Verwendung der Mathematik

- Reflexion über den eigenen Bezug zur Mathematik – Selbstreflexion:  
Subjektive Bewertung der Mathematik – Integration in ein persönliches Weltbild.

Entscheidend ist, dass prüfendes Nachdenken nicht innerhalb der Mathematik verbleibt, sondern die Mathematik insgesamt, als „Mittel, das wir gebrauchen können, und zugleich ein System, dem wir unterworfen sind“ (FISCHER 2006, S. 16) in den Blick nimmt und so auch die Beziehung zwischen Mathematik, Welt und Mensch betrifft.

THESE 2: Die Kommunikationsfähigkeit mit Experten und Expertinnen ist eine wichtige Voraussetzung für unser Entscheiden und Handeln und damit ein wichtiges Bildungsziel sowie ein Kriterium für inhaltliche Bildungsentscheidungen. Dazu müssen gebildete Laien einerseits über entsprechende Grundkenntnisse verfügen, aber auch über Reflexionskompetenz. Die mathematikbezogene Reflexion sollte nicht innerhalb der Mathematik verbleiben, sondern auch die Mathematik insgesamt und ihre vielfältigen Beziehungen zu Welt, Individuum und Gesellschaft betreffen.

## 2. Mathematik(unterricht) und Demokratie

Welchen Beitrag kann die Mathematik bei der Heranbildung mündiger Mitglieder einer demokratisch verfassten Gesellschaft leisten, von StaatsbürgerInnen also, die in konstruktiv-kritischer Solidarität mit der Gesellschaft reflektiert entscheiden und handeln können?

Ole SKOVSMOSE spricht von der gesellschaftlichen Formatierungsmacht der Mathematik in Aktion („formatting power of mathematics in action“) (vgl. Skovsmose 1998, S. 197), die soziale Phänomene strukturiert oder überhaupt erst hervorbringt. Man kann mit ihr recht gut „Sachzwänge“ argumentieren und „objektive“ Tatsachen beschreiben und so Entscheidungen herbeiführen, ohne dass es so aussieht, als würde entschieden (vgl. PORTER 1995). Man denke nur an die Vielzahl ökonomischer Kennzahlen (Inflationsrate, Wirtschaftswachstum, Arbeitslosenrate, ...), die politische Diskussionen und politisches Handeln stark prägen, ohne dass dahinter liegende Grundsatzentscheidungen (Modellierung, Abstraktion, Fokussierung) den einzelnen StaatsbürgerInnen immer ganz bewusst sind. Auf den Mathematikunterricht bezogen ist dabei die entscheidende Frage:

„Does mathematics education produce critical readers of the formatting? Or does mathematics education prepare a general acceptance of the formatting, independent of the critical nature of the actual formatting?“ (Skovsmose 1998, S. 197)

Man könnte in diesem Zusammenhang von einer Funktionalität der Nicht-Reflexion („functionality of non-reflection“) (vgl. Skovsmose 2006) sprechen: Es ist eine Hauptaufgabe des Mathematikunterrichts, Menschen mit bestimmten Kompetenzen entsprechend einer vorgegebenen Bedürfnismatrix auszustatten und damit auf die Befolgung von Regeln zu disziplinieren, die unsere technologische Lebensform wesentlich tragen. Reflexion ist in diesem Zusammenhang dysfunktional, indem sie quer liegt zur möglichst reibungslosen Produktion Kundiger und Fähiger, die das Werkzeug Mathematik gut beherrschen und anwenden (können), ohne (zu) viel nach externen Zwecksetzungen zu fragen. Am Ende stehen dann (manchmal) „Banalität der Expertise und ein Tunnelblick für Verantwortung, also ethische Blindheit“ (vgl. Skovsmose 2006, S. 324). Der Mathematikunterricht steht in der Spannung zwischen seiner Aufgabe der Sozialisierung in eine mathematisch-technologische Gesellschaft und der Forderung nach dem Aufbau kritischer Reflexionskompetenz dieser gegenüber. Mathematische Verfahren machen eben in gewissem Sinn das Nachdenken darüber überflüssig (zumindest aus der Perspektive der Anwendung) – das ist Vorteil und Gefahr zugleich.

Dazu ein Beispiel mit aktuellem Bezug: Woher kommen eigentlich die der „neuen Matura“ zugrunde gelegten Kompetenzen – von wem wurden sie wie als Zielkategorien festgesetzt und wie werden sie bildungstheoretisch begründet? Wie stark ist etwa der Einfluss einer ökonomisch begründeten Bedürf-

nismatrix (Arbeitsmarkt) und damit letztlich einer Ökonomisierung von Bildungsentscheidungen? Geht hier nicht demokratische Steuerung fast unbemerkt verloren im Zusammenhang mit Entscheidungen, die letztlich unsere individuelle wie kollektive Identität betreffen? Bei Betrachtung der aktuellen Diskussion – auf Seite der passiv Betroffenen gekennzeichnet von Angst und auf Seite der politisch Gestaltenden charakterisiert durch Aktionismus und Tempomachen – könnte man schon ins Nachdenken verfallen über den demokratischen Reifegrad einer Gesellschaft, die anscheinend nicht in der Lage ist, die in diesem Zusammenhang (auch für ihre eigene Zukunft) entscheidenden Fragen zu identifizieren und den wissenschaftlich und politisch Verantwortlichen in einer Form zu stellen, die diese zu klaren Antworten veranlasst.

THESE 3: Die Mathematik hat beträchtliches gesellschaftsformendes Potenzial, das aber tendenziell eher im Verborgenen wirkt. Daraus ergibt sich in einer demokratisch verfassten Gesellschaft für den Mathematikunterricht die Verpflichtung, sich an der Erzeugung kritischen Bewusstseins gegenüber dem Wirken dieser Formatierungskraft zu beteiligen.

### 3. Praktische Umsetzung – ein Unterrichtsprojekt

Im Sinne der den bisherigen Ausführungen vorangestellten Hauptthese müsste der Mathematikunterricht neben der Beschäftigung mit technisch-operativen Aspekten von Mathematik mindestens in demselben Ausmaß auch auf Sinn- und Bedeutungsreflexion ausgerichtet sein und damit die vielfältigen Beziehungen zwischen Mathematik und Mensch (individuell wie kollektiv) thematisieren. Diskussionen im Mathematikunterricht dürften sich inhaltlich nicht auf Kurvenverläufe beschränken – das erledigen Maschinen inzwischen ungleich schneller und sicherer als Menschen, sondern müssten sich auch auf das beziehen, was (bisher jedenfalls) wirklich nur wir können, nämlich über uns selbst, unsere Lebensformen und unsere natürliche und soziale Welt nachzudenken. Beobachtungen im Rahmen eines Unterrichtsprojekts lassen die Hoffnung aufkommen, dass dies mit Hilfe der Mathematik möglich ist und dass die dafür erforderliche anspruchsvolle Form von Reflexion um einen vergleichsweise günstigen Preis zu haben ist, was den zeitlichen und didaktischen Aufwand betrifft.

Das erwähnte Projekt könnte man der „mathematischen Anthropologie“ oder der „mathematischen Soziologie“ ebenso zuordnen wie der politischen Bildung, indem es letztlich von der Frage ausging, was die Allgegenwart der Mathematik in unserem individuellen wie sozialen Leben eigentlich über uns selbst aussagt – Mathematik als Spiegel des Menschen, und warum wir einerseits gute Gründe haben, den Zahlen (oder allgemeiner quantitativen Methoden) die Macht zu geben, die sie auch über uns selbst faktisch haben, andererseits aber gut beraten sind, dies nicht blind und bewusstlos zu tun, sondern reflektiert und kontrolliert. Es ging also um die Frage, was wir mit der Mathematik machen und was umgekehrt die Mathematik mit (oder aus) uns macht. Mathematische Allgemeinbildung müsste auch das Ziel haben, die für unsere moderne Gesellschaft charakteristische Selbstausslieferung an Quantifizierungen aller Art reflexiv zu distanzieren, damit wir das Werkzeug beherrschen und nicht umgekehrt dieses uns, ohne dass wir dies überhaupt bemerken würden.

Das mit den Schülerinnen eines vierten Jahrgangs einer Bildungsanstalt für Kindergartenpädagogik zum Generalthema „Messung im sozialen Kontext“ durchgeführte Projekt umfasste 17 Unterrichtseinheiten, die – in weitgehend voneinander unabhängigen „Blöcken“ zusammengefasst – über ein ganzes Unterrichtsjahr neben dem „normalen“ Lehrstoff angeordnet waren. Eine detaillierte Beschreibung von Inhalt, Methode und Ablauf sowie eine Evaluation der Ergebnisse findet sich in (Schmid-Zartner

2012a). Nach einer elementar gehaltenen Einführung in Grundlagen der beschreibenden Statistik wurde – primär in schriftlicher Form („Hausübungen“) – über die folgenden Inhalte reflektiert:

- Messung des Klassenklimas: In einer selbst konzipierten und durchgeführten Befragung wurde versucht, das Klassenklima zu erheben. Im Anschluss an diese „Messung“ wurde darüber reflektiert, wie „sicher“ wir nun das Klassenklima kennen und auch allgemeiner über Sinn und Unsinn einer derartigen Quantifizierung. Die Schülerinnen diskutierten in ihren Beiträgen die Abhängigkeit des Messergebnisses von methodischen und inhaltlichen Entscheidungen bei der Konstruktion des verwendeten Fragebogens, sie bemerkten den unvermeidbaren Interventionscharakter der „Messung“ und kamen auch zu recht differenzierten Einschätzungen des Unternehmens insgesamt: Der zur Quantifizierung des Klassenklimas letztlich ermittelte Prozentwert mag in mancherlei Hinsicht fragwürdig sein, er macht aber jedenfalls das Abstraktum „Klassenklima“ als Diskussions- und Reflexionsgegenstand überhaupt erst verfügbar und eröffnet damit letztlich auch die Möglichkeit zur gezielten Veränderung.
- Schulische Leistungsbeurteilung: „Messung“ der Schulleistung durch Noten. Diskutiert wurden messtheoretische, rechtliche und pädagogische Aspekte schulischer Leistungsbeurteilung, also etwa die Reliabilität, Objektivität und Validität von Schulnoten, „klassische“ Funktionszuschreibungen an schulische Leistungsbeurteilung (Qualifikation, Selektion, Rückmeldung, Disziplinierung, Motivation, ...) und auch die Gerechtigkeitsproblematik.
- Intelligenzmessung: Es wurde der Intelligenzquotient (IQ) als Versuch der Quantifizierung des intellektuellen Potenzials einer Person vorgestellt und die Schülerinnen unterzogen sich auch selbst zwei „Intelligenztests“. Im Anschluss daran wurde über historische, politische und ethische Aspekte von Intelligenzmessung reflektiert bis hin zum rassistischen Missbrauch des IQ und auch zur Frage, ob Menschen mit hohem IQ „wertvoller“ seien als solche mit niedrigen Ergebnissen bei Intelligenztests. Gerade beim Thema Intelligenzmessung wurde die Rolle der einer Messung notwendig zugrundeliegenden theoretischen Modellierung auch in ihren problematischen Aspekten deutlich.

In einem abschließenden vierten Block ging es um eine Zusammenschau und einen Rückblick auf den „eigenen intellektuellen Weg“ durch das Projekt. Die Schülerinnen sichteten alle ihre Reflexionsprodukte und identifizierten rückblickend wesentliche Aspekte und Einsichten.

Die Reflexion der Schülerinnen über Sinn und Unsinn von Quantifizierung im sozialen Kontext erreichte zum Teil beträchtliches Niveau (vgl. dazu zahlreiche Beispiele in (Schmid-Zartner 2012a)). Das Projekt wurde abschließend im Hinblick auf drei Grundfragen evaluiert und bewertet (Schmid-Zartner 2012a, S. 164-165):

- Die motivationale Frage: Wie weit kann man SchülerInnen [...] dazu anregen, durch eine Besinnung auf die gesellschaftliche Bedeutung von Mathematik über die Logik von Gesellschaft insgesamt nachzudenken?
- Die reflexionsdynamische Frage: Wie weit gelingt im Rahmen [...] von einigen Unterrichtseinheiten eine erste gedankliche Annäherung an die [...] Grunddialektik von regelhafter Konstruktion (durch den Verstand) und vernünftiger Dekonstruktion [...], hier spezifiziert als Reflexion über Möglichkeiten und Grenzen von Messung im sozialen Kontext?
- Die Bewertungsfrage: Wie weit erscheinen den Teilnehmerinnen des Projekts die reflektierten Inhalte und auch der von ihnen vollzogene Reflexionsprozess selbst als hinreichend relevant, um sich damit im Mathematikunterricht (eventuell auch auf Kosten anderer Inhalte) zu befassen?

Diese Fragen werden in (Schmid-Zartner 2012a) ausführlich diskutiert – hier nur das abschließende Gesamturteil:

„Insgesamt sind die Ergebnisse auf der Ebene des Gesamtprojekts überzeugend: Die angebotenen Inhalte wie auch die gewählte Form ihrer Bearbeitung im Unterricht wirkten motivierend und ermöglichten bzw. stimulierten beachtliche Reflexionsbereitschaft auf Seiten der Schülerinnen mit entsprechenden Ergebnissen. Die Schülerinnen selbst [...] beurteilten diese Inhalte als interessant und (für sie persönlich wie auch für die Gesellschaft) als relevant und das Nachdenken darüber als lohnend. [...] Über die Frage, was erreichbar wäre mit SchülerInnen, die von Anfang an und in allen Fächern in einer derartigen Reflexionskultur gefordert und gefördert würden kann auch im Anschluss an dieses Projekt noch nicht einmal intelligent spekuliert werden. Wie weit aber diese Form der Nachdenklichkeit überhaupt erwünscht ist, das ist auf gesamtgesellschaftlicher Ebene politisch zu entscheiden und dann auch durchzuhalten.“  
(Schmid-Zartner 2012a, S. 178)

Das gesamte Projekt wurde in (nur) 17 Unterrichtseinheiten innerhalb eines Unterrichtsjahres abgewickelt. Wenn man den Ansatz überzeugend findet, dann könnte man es auch in mehrere Teilprojekte auf verschiedenen Klassenstufen aufspalten und so bei vergleichsweise geringem Zeitaufwand im Sinne des didaktischen Spiralprinzips von eher konkreten Anfängen zu höheren Abstraktionsstufen aufsteigen.

THESE 4: Anspruchsvolle Reflexion gesellschaftlicher Verhältnisse mit Hilfe der Mathematik im Sinne authentischen Philosophierens der Schülerinnen und Schüler ist möglich. Diese Besinnung auf die Bedeutung der Mathematik für Mensch und Gesellschaft würde die Mathematik über ihre (kaum bestreitbare) Brauchbarkeit hinaus als hoch relevant erscheinen lassen für unser Leben und Zusammenleben.

## Literatur

- Arrow, K. J. (1951): *Social Choice and Individual Values*. New York: Wiley.
- Bauer, L. (1990): *Mathematikunterricht und Reflexion*. In: *mathematik lehren* (38), S. 6-9.
- Cohen, P. (1963): *Set Theory and the Continuum Hypothesis*. New York: Benjamin.
- Fischer, R. (2006): *Materialisierung und Organisation. Zur kulturellen Bedeutung der Mathematik*. Klagenfurter Beiträge zur Didaktik der Mathematik, Band 7. Klagenfurt: Profil.
- Fischer, R. (2012a): *Fächerorientierte Allgemeinbildung: Entscheidungskompetenz und Kommunikationsfähigkeit mit ExpertInnen*. In: Fischer, R.; Greiner U.; Bastel H. (Hrsg.): *Domänen fächerorientierter Bildung*. Linz: Trauner.
- Fischer, R. (2012b): *Bildung als Aushandlung von Bildung*. In: Fischer, R.; Greiner U.; Bastel H. (Hrsg.): *Domänen fächerorientierter Bildung*. Linz: Trauner.
- Gödel, K. (1931): *Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I*. In: *Monatshefte für Mathematik und Physik* (38), S. 173-198. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft.
- Gödel, K. (1940): *The Consistency of the Axiom of Choice and of the Generalized Continuum Hypothesis with the Axioms of Set Theory*. *Annals of Mathematical Studies*, Volume 3. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Peschek, W. (2005): *Reflexion und Reflexionswissen in R. Fischers Konzept der Höheren Allgemeinbildung*. In: Siebel, F.; Lengnink, K. (Hrsg.): *Mathematik präsentieren, reflektieren und beurteilen*. Darmstadt: Verlag Allgemeine Wissenschaft.

- Porter, T. M. (1995): *Trust in Numbers. The Pursuit of Objectivity in Science and Public Life*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Schmid-Zartner, R. (2012a): *Reflexionsorientierter Mathematikunterricht am Beispiel von Messung im sozialen Kontext*. Dissertation an Alpen-Adria-Universität, Klagenfurt. Publikation für 2013 in Vorbereitung.
- Schmid-Zartner, R. (2012b): *Dimensionen von Bildung*. In: Fischer, R.; Greiner U.; Bastel H. (Hrsg.): *Domänen fächerorientierter Bildung*. Linz: Trauner.
- Schmid-Zartner, R. (2012c): *Ethisch handeln lernen*. In: Fischer, R.; Greiner U.; Bastel H. (Hrsg.): *Domänen fächerorientierter Bildung*. Linz: Trauner.
- Skovsmos, O. (1998): *Linking Mathematics Education and Democracy: Citizenship, Mathematical Archaeology, Mathemacy and Deliberative Interaction*. In: *ZDM* 98/6, S. 195-203.
- Skovsmose, O. (2006): *Reflections as a challenge*. In: *ZDM* 2006/4, S. 323-332.
- Szpiro, G. (2010): *Numbers Rule. The Vexing Mathematics of Democracy, from Plato to the Present*. Princeton: Princeton University Press.
- Werner, M. H. (2006): *Verantwortung*. In: Düwell, M.; Hübenthal, C.; Werner, M. H. (Hrsg.): *Handbuch Ethik*. Stuttgart – Weimar: Metzler.
- Wittgenstein, L. (2001): *Philosophische Untersuchungen. Kritisch-genetische Edition*. Herausgegeben von J. Schulte. Frankfurt a. M.: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

## Verfasser

Rainer Schmid-Zartner

Bildungsanstalt für Kindergartenpädagogik

Ettenreichgasse 45c

1100 Wien

rainer.schmid-zartner1@schule.at