

Bernd THALLER, Patrick-Michel FRÜHMANN, Graz

Begründungsorientierter vs. faktenpräsentierender Unterrichtsstil - eine empirische Vergleichsstudie

Gerade wieder hat eine Umfrage [GDM 2013] unter Studienanfängern des Lehramts Mathematik in Österreich gezeigt, dass Mathematikunterricht überwiegend als fragend-entwickelnder Frontalunterricht stattfindet. Etwa die Hälfte der Befragten gab an, dass dabei (inner-) mathematische Begründungen nur eine sehr geringe Rolle spielten. Auch Erfahrungen aus Hospitationen lassen es plausibel erscheinen, dass beim fragend-entwickelnden Unterricht folgende Ausprägungen eine Rolle spielen.

Im *begründungsorientierten Unterricht* werden, zumindest bei der Einführung neuer Inhalte, mathematische Resultate hergeleitet und detailliert begründet. Dabei werden Schülerinnen und Schüler durch Aufforderungen und Fragen der Lehrperson in den Herleitungsprozess einbezogen. Auf die gegebene Begründung wird später bei sich bietenden Gelegenheiten wieder Bezug genommen, etwa bei der Besprechung von Übungsaufgaben. Primär erfüllen die Begründungen dabei eine Überzeugungsfunktion. Sie sollen Vertrauen in die Richtigkeit der gewonnenen Einsichten, und in das Funktionieren der Methoden schaffen. Von Lernenden aktiv ausgeführte Begründungen werden jedoch meist nicht eingefordert.

Der *faktenvermittelnde Unterricht* hingegen präsentiert Resultate und Formeln „fertig zum Gebrauch“. Diese werden dann unter Einbeziehung der Lernenden durch Beispiele und Gegenbeispiele illustriert, ohne aber auf innermathematischer Begründungen einzugehen. Das Vertrauen in die Richtigkeit mathematischer Sachverhalte wird durch Gewöhnung daran erzeugt, dass die vorgestellten Methoden und Rechenverfahren in den Anwendungsbeispielen und Übungsaufgaben funktionieren und zu glaubwürdigen Resultaten führen. Die Einbeziehung der Lernenden geschieht durch Diskussion der Anwendung oder Fragen zur Wiederholung.

Lehrpersonen laufen manchmal Gefahr, der Tendenz zur reinen Faktenvermittlung zu unterliegen, vor allem im berufsbildenden Unterricht, in dem die Kompetenz des Anwenders wichtiger scheint, als mathematisch vertieftes Verständnis. Sie machen oft die Erfahrung, dass die eigentliche Herleitung eines Resultats mehrheitlich nicht verstanden wird und die Aufmerksamkeit der Klasse erst dann wieder steigt, wenn Beispiele vorge-rechnet werden, die die Lernenden dann nachahmen. Eventuell finden es Lehrpersonen sogar zeitsparend und jedenfalls einfacher, das „Warum“ durch ein einfaches „Wie“ zu ersetzen. Der Unterricht wird so vermeintlich

In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 1211–1214).
Münster: WTM-Verlag

von einem „Ballast“ befreit, da Begründungen bei den (meist eher repetitiv angelegten) Schularbeiten ohnehin kein Thema sind.

Es ist eine naheliegende Hypothese, dass ein begründungsorientierter Unterricht besser das Verstehen fördert als ein faktenvermittelnden Unterricht und diesem daher überlegen ist. Der Erwerb von Kompetenzen erfolgt eben nicht bloß durch Anhäufung von Fakten und Anwendung automatisierter Regeln, sondern benötigt die mentale Vernetzung durch Einsicht in Begründungszusammenhänge [Ziegler, Stern, Neubauer 2012]. Unsere Ergebnisse lassen vermuten, dass selbst bei gleicher Übungsintensität und gleichem Aufwand an Unterrichtszeit der begründungsorientierte Unterricht auch hinsichtlich der reinen „Anwendungskompetenz“ zu besseren Leistungen der Lernenden führen kann. Ein Grund mag darin liegen, dass besseres Verstehen mehr Sinnhaftigkeit und Stimmigkeit empfinden lässt und dadurch Unterrichtsbeurteilung und Lernhaltung verbessert.

Um die beiden Unterrichtsstile zu vergleichen, wurde ein psychologisches Experiment mit zwei Parallelklassen eines steirischen Gymnasiums in der siebten Schulstufe durchgeführt [Frühmann 2012]. Für die Schüler/innen stellte ein überwiegend faktenvermittelnder Unterricht die zuvor fast ausschließlich erlebte Unterrichtsform dar.

Die beiden Klassen bildeten zwei sehr gut vergleichbare Jahrgangsstichproben jeweils der Größe $N=30$, die in allen äußeren Merkmalen übereinstimmten: Einzugsgebiet, Geschlechterverhältnis (Klasse A: 19 Mädchen, 11 Burschen; Klasse B: 18 Mädchen und 12 Burschen), Altersstruktur (alle ca. 13 Jahre alt, keine Repetenten), Notenschnitt (in jeder Klasse ca. 2,3). Die Vergleichbarkeit der beiden Gruppen in Bezug auf weitere relevante „innere“ Merkmale wurde außerdem in einer Voruntersuchung mit dem Kompetenzen Fähigkeiten Test (KFT), dem Leistungsmotivationsinventar (LMI) und ausgewählten Items aus den PISA-Studien 2003–2006 sehr gut bestätigt.

Danach fand die erste Intervention statt, Unterrichtsthema waren Flächenformeln für ebene Figuren: Die Kontrollgruppe wurde, wie sie es gewohnt war, weiterhin faktenvermittelnd unterrichtet: Die Flächenformeln für die behandelten Figuren wurden einfach präsentiert, und der Umgang damit trainiert. Die andere Klasse wurde von *derselben* Lehrperson begründungsorientiert unterrichtet: das Zustandekommen der Flächenformeln wurde mit geometrischen Zerlegungsbeweisen erklärt. Ansonsten wurde die Intervention minimal gehalten, alle anderen Parameter waren in beiden Gruppen identisch insbesondere die Anzahl von Unterrichtseinheiten (8 Stunden fragend-entwickelnder Vortrag und 3 Stunden zur Übung/Vorbereitung auf den Test) und alle behandelten Übungsbeispiele. Der erhöhte Zeitaufwand

zu Beginn, der durch die Diskussion der Herleitungen entstand, konnte nach Aussage der Lehrperson leicht ausgeglichen werden, zumal sie einen höheren Bedarf an Wiederholungen in der „Fakten-Gruppe“ wahrnahm.

Um den Versuchsleitereffekt möglichst zu minimieren, bzw. um zu beobachten, ob im Engagement der Lehrperson Unterschiede auftraten oder unbewusste Manipulationen in einer der Gruppen stattfanden, hospitierte eine weitere Lehrperson alle durchgeführten Unterrichtseinheiten. In den jeweiligen Nachbesprechungen sollte diesbezüglich Feedback gegeben werden, es wurde aber durch die beobachtende Lehrperson keine über die Interventionsabsicht hinausgehenden Unterschiede wahrgenommen.

Die Leistungsfeststellung erfolgte durch einen am selben Tag abgehaltenen einstündigen Test, der die selben Beispiele für beide Gruppen umfasste. Dieser Test wurde von einer außenstehenden Lehrperson (einer anderen Schule) zusammengestellt und korrigiert, um auch hier den Versuchsleitereffekt auszuschließen. Im Test wurden *keine* Begründungen gefordert, die Beispiele ließen sich alle durch Anwendung der Flächenformeln lösen.

Von insgesamt 100 erreichbaren Punkten entfielen 24 Punkte auf Beispiele zu einem früheren Thema. Dabei zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Für die maximal 76 Punkte der themenbezogenen Beispiele jedoch erzielten die beiden Gruppen folgende signifikant verschiedene Mittelwerte (Standardabweichungen in Klammern):

Klasse A: „mit Begründung“: 61,50 (10,922)

Klasse B: „nur Fakten“: 53,13 (11,826)

Würde sich dieses sehr eindeutige Ergebnis reproduzieren lassen, wenn man die Rollen von Interventionsgruppe und Kontrollgruppe vertauschte? Nach vier Monaten, in denen alle Kinder wieder vorwiegend faktenpräsentierend unterrichtet wurden, fand eine zweite Intervention statt, die organisatorisch exakt gleich wie die erste Intervention durchgeführt wurde, aber mit vertauschten Rollen: Klasse B als „Begründungs-Gruppe“ und Klasse A als Kontrollgruppe. Unterrichtsthema war der Pythagoräische Lehrsatz, in Klasse B mit Betonung auf einem geometrischen Zerlegungsbeweis, in Klasse A wurde nur die Formel präsentiert und geübt. Anwendungs- und Übungsbeispiele unterschieden sich nicht, ebensowenig wie die Unterrichtszeit in den beiden Gruppen. Das Ergebnis der Leistungsüberprüfung nach der zweiten Intervention ergab folgendes Bild (wieder waren maximal 76 Punkte zum Interventionsthema erreichbar):

Klasse A: „nur Fakten“: 56.13 (11.169)

Klasse B: „mit Begründung“: 62.07 (10.913)

Wieder schnitt die Begründungs-Gruppe besser ab, als die Fakten-Gruppe, wobei der Unterschied zwar signifikant, aber weniger deutlich ausfiel wie bei der ersten Intervention. Und wieder war die Performanz der beiden Gruppen bei einem nicht zum Thema „Pythagoras“ gehörigem Beispiel vergleichbar. Eine genauere statistische Analyse (ANOVA mit Messwiederholung, Tukey-HSD) verifizierte folgende Hypothesen:

- *Hypothese A (interindividueller Vergleich)*: Eine Gruppe von Lernenden, die begründungsorientiert unterrichtet wird, erzielt höhere Leistungen als eine Gruppe, die faktenvermittelnd unterrichtet wird.
- *Hypothese B (intraindividueller Vergleich)*: SchülerInnen, die zuerst faktenvermittelnd unterrichtet werden und später begründungsorientiert, verbessern sich in ihren Leistungen. SchülerInnen, die zuerst begründungsorientiert unterrichtet werden und später faktenvermittelnd, verschlechtern sich in ihren Leistungen.

Es wurden auch Daten zur individuellen Unterrichtsbeurteilung, zu Interesse und Motivation, Selbstkonzept, Lernstrategien, etc. erhoben und deren Beeinflussung durch die Unterrichtsmethode bzw. Interventionsreihenfolge untersucht. Erwartungsgemäß zeigte sich, dass die „Begründungs-Gruppe“ den Unterricht jeweils besser beurteilte als die „Fakten-Gruppe“, ein ähnliches Bild ergab sich bezüglich des Interesses. Eine multiple lineare Regressionsanalyse führte zu einem Modell mit den Einflussfaktoren Unterrichtsbeurteilung, arithmetisches Denken, Ausmaß an Elaborationsstrategien und Ausmaß an Übungsstunden, die gemeinsam 91% der Leistungsvarianz vorhersagen konnten. Einen weit geringeren Einfluss hatten in diesem Fall die folgenden Faktoren: allgemeine Rechenfähigkeiten, Selbstkonzept, Interesse, inhaltliche Relevanz der Unterrichtsinhalte, Ausmaß an Kontroll- und Übungsstrategien, Leistungsmotivation und bisherige Mathematikleistung. Details findet man in [Frühmann, 2012]. Es ist geplant, diese Ergebnisse in weiterer Folge im Detail zu veröffentlichen.

Literatur

- Frühmann P.-M. (2012). Nur ein kleines Rädchen oder doch ein großes Rad? Der Einfluss eines begründungsorientierten Mathematikunterrichts auf die (Lern-)Leistung der SchülerInnen in der Sekundarstufe I. Dissertation, Karl-Franzens-Universität Graz.
- GDM (2013). Lernstandserhebung des Arbeitskreises „Mathematikunterricht und Mathematikdidaktik in Österreich“, in Arbeit.
- Ziegler, E., Stern, E. & Neubauer, A. (2012). Kompetenzen aus der Perspektive der Kognitionswissenschaften und der Lehr-Lern-Forschung. In M. Paechter et.al. (Eds.), Kompetenzorientiertes Unterrichten in der Schule (S. 14-26). Weinheim Basel: Beltz Verlag.