

Aiso HEINZE, München

Umgang mit Fehlern im Mathematikunterricht – Empirische Ergebnisse zur Schülerwahrnehmung

„Aus Fehlern lernt man.“ oder „Durch Fehler wird man klug.“ sind Redewendungen, die wahrscheinlich jede/r Lernende in seinem Leben zu hören bekommt. Sprechen diese Redewendungen inhaltlich gesehen einen kognitiven Aspekt an, so dürften sie in der jeweiligen Situation (zur Aufmunterung o.ä.) sicherlich auch einem affektiven Anspruch genügen. Beiden Aspekten wird in der Diskussion um die Fehlerkultur im Mathematikunterricht eine wichtige Bedeutung beigemessen.

Theoretischer Hintergrund

Fehler werden in der Literatur abstrakt als die Abweichung von einer vorgegebenen Norm charakterisiert. So gibt beispielsweise die Schweizer Arbeitsgruppe um Fritz Oser die folgende Definition:

Ein ‚Fehler‘ ist ein von der Norm abweichender Sachverhalt oder Prozeß, der es überhaupt erst ermöglicht, den diesem Sachverhalt oder Prozeß entgegengesetzten richtigen normbezogenen Sachverhalt in seinen Abgrenzungen zu erkennen. (Oser & Hascher, 1996, S. 4, zitiert nach Rolett, 1999, S. 72).

In der Forschungspraxis ergibt diese Definition einige Schwierigkeiten, da die angesprochene Norm im Allgemeinen nicht explizit bekannt ist. Für den Mathematikunterricht muss diese Norm als eine klassenabhängige sozio-mathematische Norm angesehen werden. Zur Analyse von Fehlern im Unterricht wird in der Forschung auf einen Situationsansatz zurückgegriffen, nach dem vergleichsweise einfach zu identifizierende Fehler-situationen zu betrachten sind und nicht die eigentlichen Fehler.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, wird Fehlern auch im Alltagsverständnis ein Lernpotential zugewiesen. Die Möglichkeit aus Fehlern zu lernen, kann mittels der Theorie des negativen Wissens erklärt werden (vgl. Oser et al., 1999). Negatives Wissen bezeichnet das Wissen darüber, welche Fehler vermieden werden müssen, damit ein Handlungsablauf gelingt. Kurz gesagt ist es also das Wissen über das Nichtkorrekte (im Gegensatz zu dem positiven Wissen als das Wissen über das Korrekte). Für den Lernprozess wird der Erwerb negativen Wissens als bedeutungsvoll angesehen. Dabei wird angenommen, dass negatives Wissen vor allem über Fehlererfahrungen und den konstruktiven Umgang mit Fehlern erworben wird. Fehler werden damit nicht nur zu einem integrativen Bestandteil des Lernprozesses sondern sogar zu einem notwendigen Bestandteil.

Zentral dürfte beim Lernen aus Fehlern die Schülerwahrnehmung der Fehlersituationen bzw. der Fehlerkultur im Mathematikunterricht sein. In

ihrem Schweizer Projekt zur Fehlerkultur konnten Spychiger et al. (1998) auf Basis von Interviews und Fragebögen u.a. aufzeigen, dass Lernende

- die Fehlerkultur in der Schule positiv wahrnehmen, wozu insbesondere auch das Lehrerverhalten zählt,
- Zurückhaltung bei Auseinandersetzung mit eigenen Fehlern zeigen.

Entsprechend sehen Spychiger et al. Handlungsbedarf im Unterricht darin, Schülerinnen und Schülern bei dem konstruktiven Umgang mit ihren individuellen Fehlern zu unterstützen und Strategien dazu aufzuzeigen.

Forschungsfragen und Design der Studie

In diesem Beitrag sollen die folgenden Fragenstellungen behandelt werden:

- Haben Schülerinnen und Schüler Angst vor dem Fehlermachen?
- Wie beurteilen sie das Lehrerverhalten?
- Nutzen Schülerinnen und Schüler ihre Fehler als Lerngelegenheit?

Die Stichprobe umfasst etwa 1100 Schülerinnen und Schüler am Ende der Jahrgangsstufe 7 aus 42 Gymnasialklassen aus dem Großraum München/Augsburg. Die Probanden haben neben einem Fragebogen zum Umgang mit Fehlern auch einen Fragebogen zu Interesse und Motivation sowie Leistungstests zum Beweisen und Begründen und zum fachunabhängigen Problemlösen bearbeitet (vgl. Rudolph-Albert & Kessler, in diesem Band).

Bei dem Fehlerfragebogen handelt es sich um eine adaptierte Version der Kurzform des S-UFS aus dem bereits erwähnten Schweizer Fehlerprojekt (vgl. Spychiger et al., 1998). Es handelt sich um 26 Items, die von den Probanden auf einer vierstufigen Likert-Skala zu beurteilen waren. Den Items liegen drei Konstrukte (Lehrerverhalten, individueller Umgang mit Fehlern, Angst vorm Fehlermachen) zugrunde. Zusätzlich wurden zwei offene Fragen angefügt, bei denen die Lernenden erlaubte und verbotene Situationen für das Fehlermachen angeben sollten. Letztere werden in diesem Beitrag aus Platzgründen nicht behandelt.

Ergebnisse

Die Schülerantworten zu den 26 Items wurden mittels einer Faktorenanalyse ausgewertet (KMO-Wert: 0,92). Es ergaben sich vier Faktoren, die 53,1% der Varianz erklären. Die interne Konsistenz (Cronbach's α) liegt zwischen 0,74 und 0,88 und ist als akzeptabel einzuschätzen, sodass die Annahme von vier Skalen gerechtfertigt ist. Diese wurden aufgrund der zugeordneten Items mit „*individuelles Lernen aus Fehlern*“ (Nutzung eigener Fehler als Lernanlass), „*Lehrerverhalten affektiv*“ (Lehrerverhalten bzgl. emotionaler und motivationaler Aspekte in Fehlersituationen),

„Lehrerverhalten kognitiv“ (kognitiv unterstützendes Lehrerverhalten in Fehlersituationen) und „Angst vorm Fehlermachen“ bezeichnet.

Tabelle 1 gibt die Mittelwerte der vier Skalen im Vergleich zu den Schweizer Ergebnissen an. Es zeigen sich vergleichbare Resultate bei dem Faktor „Angst vorm Fehlermachen“, wogegen das „individuelle Lernen aus Fehlern“ in dieser Studie etwas schwächer ausgeprägt ist. Das Lehrerverhalten, in der Schweiz nur ein Faktor, wird hier ebenfalls schlechter bewertet.

Mittelwerte	ind. Lernen aus Fehlern	Lehrerverhalten affektiv	Lehrerverhalten kognitiv	Angst vorm Fehlermachen
Hauptstudie (N=1100)	2,44	3,03	2,74	1,82
Schweiz (N=295)	2,78	3,42		1,78

Skala: 1 = stimmt gar nicht, 2 = stimmt kaum, 3 = stimmt weitgehend, 4 = stimmt genau

Tabelle 1: Mittelwerte der vier Skalen.

Betrachtet man die Verteilungen für die vier Skalen in Form von Histogrammen, so zeigt sich für das „individuelle Lernen aus Fehlern“ eine symmetrische Verteilung um den Mittelwert. Bei der „Angst vorm Fehlermachen“ sind sich die Lernenden bis auf wenige Ausnahmen einig und messen dieser nur wenig Bedeutung bei. Die beiden Faktoren zum Lehrerverhalten zeigen in der Schülerbeurteilung eine positive Tendenz, wobei es aber nicht wenige Schülerinnen und Schüler gibt, die ihre Lehrkräfte negativ bewerten. Dies ist bei dem Faktor „Lehrerverhalten kognitiv“ sehr viel stärker ausgeprägt als bei dem „Lehrerverhalten affektiv“.

Ein direkter Zusammenhang der Fehlerdaten zu Leistungsdaten der Schülerinnen und Schüler konnte nicht nachgewiesen werden. Es zeigen sich nur sehr schwache Korrelationen und auch die Mittelwertsunterschiede zwischen extremen Leistungsgruppen sind zwar signifikant aber gering.

Stattdessen gibt es einen starken Zusammenhang zum mathematikbezogenen Interesse. Die Skala „Interesse/Freude an Mathematik“ korreliert mit dem „individuellen Lernen aus Fehlern“ ($r = 0,548$, $p < 0,001$). Dabei ist anzunehmen, dass das Mathematikinteresse auf den eigenen Umgang mit Fehlern wirkt, wobei aber auch Rückkopplungseffekte eine Rolle spielen dürften. Der korrelative Zusammenhang verstärkt sich, wenn die Klassenebene betrachtet wird ($r = 0,663$, $p < 0,001$). Allerdings gibt es hier nur eine geringe Streuung der Interessensmittelwerte. Eine Mehrebenenanalyse dürfte mehr Aufschluss über den Einfluss der Klassenebene ergeben.

Betrachtet man Klasseneffekte für die vier Skalen, so zeigen sich tendenziell geringe Unterschiede für die Faktoren „individuelles Lernen aus Feh-

lern“ und „Angst vorm Fehlermachen“. Große Unterschiede sind dagegen bei den Faktoren zum Lehrerverhalten zu erkennen (vgl. Abbildung 1).

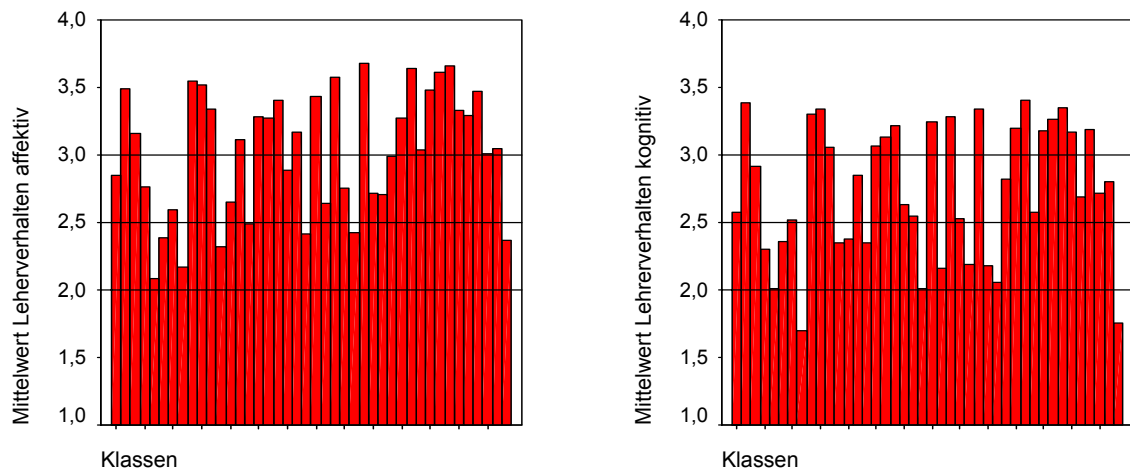


Abbildung 1: Klasseneffekte für die Faktoren zum Lehrerverhalten.

Diskussion

Die Ergebnisse weisen zunächst darauf hin, dass die Gymnasiasten in Klasse 7 wenig Angst vor dem Fehlermachen haben und die affektive Ebene der Lehrerreaktion in Fehlersituationen tendenziell positiv sehen. Ausbaufähiges Potential gibt es bei dem individuellen Umgang mit eigenen Fehlern als Lerngelegenheit. Wie bereits bei der Schweizer Studie zeigt sich auch hier, dass die Lernenden Fehler im Mittel zu wenig als Chance im Lernprozess nutzen. Auffällig ist, dass dies in der Schülerwahrnehmung nicht optimal durch ein kognitiv unterstützendes Lehrerverhalten gefördert wird (die Faktoren korrelieren zu $r = 0,429$, $p < 0,001$ auf Individualebene). Dass so eine Unterstützung möglich ist, zeigt die Streuung bei den Klassenmittelwerten: Bei 17 der 42 Klassen liegen die Mittelwerte über 3,0, was auf der Likert-Skala „stimmt weitgehend“ bedeutet. An dieser Stelle könnte beispielsweise über eine Intervention nachgedacht werden.

Literatur

- Oser, F., Hascher, T. & Spychiger, M. (1999). Lernen aus Fehlern. Zur Psychologie des „negativen“ Wissens. In W. Althof (Eds.), *Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehler* (S. 11-41). Opladen: Leske + Budrich.
- Rolett, B. (1999). Auf dem Weg zu einer Fehlerkultur. Anmerkungen zur Fehlertheorie von Fritz Oser. In W. Althof (Hrsg.), *Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehler* (S. 71-88). Opladen: Leske + Budrich.
- Rudolph-Albert, F. & Kessler, S. (2006). Problemlösekompetenzen von Schülerinnen und Schülern der Jahrgangstufe 7. In diesem Band.
- Spychiger, M., Mahler, F., Hascher, T. & Oser, F. (1998). *Fehlerkultur aus der Sicht von Schülerinnen und Schülern*. Schriftenreihe des Pädagogischen Instituts der Universität Fribourg.