

Ziegler, Annika; Herrig, Linda; Sölter, Karla
**Empirische Analysen zum Zusammenhang von mathematischem
Selbstkonzept und der Wahrnehmung des Fehlerklimas im
Mathematikunterricht am Ende der Grundschulzeit**

*Beckmann, Timo [Hrsg.]; Ehmke, Timo [Hrsg.]; Besser, Michael [Hrsg.]: Studentische Forschung im
Praxissemester. Fallbeispiele aus der Lehrkräftebildung. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2022,
S. 162-182*



Quellenangabe/ Reference:

Ziegler, Annika; Herrig, Linda; Sölter, Karla: Empirische Analysen zum Zusammenhang von mathematischem Selbstkonzept und der Wahrnehmung des Fehlerklimas im Mathematikunterricht am Ende der Grundschulzeit - In: Beckmann, Timo [Hrsg.]; Ehmke, Timo [Hrsg.]; Besser, Michael [Hrsg.]: Studentische Forschung im Praxissemester. Fallbeispiele aus der Lehrkräftebildung : Verlag Julius Klinkhardt 2022, S. 162-182 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-248031 - DOI: 10.25656/01:24803

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-248031>

<https://doi.org/10.25656/01:24803>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-Licence: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work or its contents. You are not allowed to alter, transform, or change this work in any other way.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der



Annika Ziegler, Linda Herrig und Karla Sölter

Empirische Analysen zum Zusammenhang von mathematischem Selbstkonzept und der Wahrnehmung des Fehlerklimas im Mathematikunterricht am Ende der Grundschulzeit

Dieser Beitrag beruht auf Ergebnissen der studentischen Forschung aus dem Projektbandseminar „Kompetenzorientierte Aufgaben im Mathematikunterricht“ (Lehrender: Prof. Dr. Michael Besser).

Das mathematische Selbstkonzept der Lernenden und das im Unterricht herrschende Fehlerklima sind zwei Faktoren, die das Lernen im Mathematikunterricht beeinflussen. Um ihren Zusammenhang zu untersuchen, wurde in der vorliegenden Arbeit eine quantitative Fragebogenstudie in sechs vierten Klassen durchgeführt. Insgesamt zeigt sich hierbei ein kleiner positiver Zusammenhang zwischen den Konzepten. Bedeutend ist diese Thematik insbesondere für Lehrkräfte und die Gestaltung ihres Mathematikunterrichts. Da im Niedersächsischen Kerncurriculum sowohl die Schaffung einer positiven Einstellung zum Mathematikunterricht als auch ein konstruktiver Umgang mit Fehlern gefordert wird, sollte die gegenseitige Beeinflussung der beiden Konzepte berücksichtigt werden.

1 Einleitung

Lernen in der Schule kann durch vielfältige Faktoren auf Ebene der Lehrkraft, des Unterrichts sowie der Schülerinnen und Schüler – positiv wie negativ – beeinflusst werden. Als ausgewählten Faktoren kommt dabei auf Ebene der Schülerinnen und Schüler u.a. dem mathematischen Selbstkonzept (verstanden als mentale Repräsentation der eigenen mathematischen Fähigkeiten) sowie auf Ebene des Unterrichts u.a. dem Fehlerklima (verstanden als „Umgang mit Fehlern im Unterricht“) eine besondere Bedeutung zu. Beide Faktoren können je nach Ausprägung die Leistungen von Schülerinnen und Schülern positiv oder negativ beeinflussen. Entsprechend überrascht es nicht, dass laut Niedersächsischem Kerncurriculum sowohl die Stärkung des Selbstvertrauens und die Förderung einer positiven Einstellung zum Mathematikunterricht (Niedersächsisches Kerncurriculum, 2017, S. 5) als auch ein konstruktiver Umgang mit Fehlern (ebd., S. 13) als Gestal-

tungsmomente guten Mathematikunterrichts verbindlich festgeschrieben sind. Dies unterstreicht die Relevanz beider Konzepte für die Qualität mathematischen Lehrens und Lernens in Schule.

Eher unklar ist in diesem Kontext jedoch, wie die beiden Konzepte empirisch zusammenhängen bzw. sich gegenseitig beeinflussen. In der Literatur werden beide Konzepte meist isoliert betrachtet – empirische Studien, die beide Konzepte gemeinsam diskutieren, liegen kaum vor. Auch im Interesse einer evidenzbasierten Lehrkräftebildung erscheint die Notwendigkeit einer empirischen Diskussion dieser Frage entsprechend unmittelbar gegeben. Eine im Rahmen des „Projektbands“ geplante, durchgeführte und evaluierte Studie greift dieses Desideratum daher explizit auf und untersucht exemplarisch für den Mathematikunterricht am Ende der Grundschulzeit den Zusammenhang von mathematischem Selbstkonzept und Fehlerklima.

Zur erfolgreichen Auseinandersetzung mit dieser Thematik ist der vorliegende Beitrag daher wie folgt gegliedert: Zunächst werden Grundideen zum Selbstkonzept (einschließlich zum mathematischen Selbstkonzept) sowie zum Fehlerklima in der Theorie dargestellt. Im Anschluss wird der aktuelle Forschungsstand beider Konzepte betrachtet. An dieser Stelle findet der Übergang zum empirischen Teil der Arbeit statt, welcher mit der, sich aus der Theorie ableitenden, Forschungsfrage beginnt. Daraufhin wird das Untersuchungsdesign des Projekts beschrieben. Im nächsten Schritt werden die Ergebnisse der Untersuchung dargestellt. Abschließend wird in der Diskussion die Forschungsfrage beantwortet und ein Ausblick gegeben, welche weiterführenden Forschungsaspekte sich aus den Ergebnissen ableiten lassen.

2 Theorie

2.1 Selbstkonzept

Der Begriff *Selbstkonzept* (engl. self-concept) wird durch Moschner und Dickhäuser definiert als „mentale[s] Modell einer Person über ihre Fähigkeiten und Eigenschaften“ (2018, S. 750). Diese mentale Repräsentation kann sich auf die Person generell, jedoch auch auf einzelne Facetten der Person beziehen. Die Definition trifft allerdings, laut Moschner und Dickhäuser, auf viele Begriffe des Selbsts, die in der Fachliteratur synonym genutzt werden, zu (bspw. Selbstbild, Selbstmodell, Selbst-Schema, Selbst-Theorie uvm.) (ebd.). Insbesondere eine Abgrenzung zu den Begriffen *Selbstwirksamkeit* (engl. self-efficacy) und *Selbstwertgefühl* (engl. self-esteem) hilft jedoch beim Verstehen der Idee des Selbstkonzepts: Der Begriff *Selbstwirksamkeit*, welcher auf Bandura (1997) zurückgeht, beschreibt dabei eine Kompetenzüberzeugung in Bezug auf eine konkrete zukünftige Situ-

ation mit einer Erfolgs- bzw. Misserfolgserwartung. Somit fokussiert er sich im Gegensatz zum Selbstkonzept eher auf konkrete Situationen und den in dieser (nicht) erwarteten Erfolg (Hellmich, 2005, S. 52f.). Das *Selbstwertgefühl* hingegen beschreibt eine globale Einschätzung und Bewertung der eigenen Person, hierbei stehen hauptsächlich affektive Komponenten und physische Aspekte der Person unabhängig von einer spezifischen Situation im Mittelpunkt (Ehm, 2014, S. 4). Im Vergleich zu beiden Konzepten ist das Selbstkonzept hingegen zwar nicht situationspezifisch, wohl aber bereichsspezifisch organisiert.

Struktur des Selbstkonzepts

Ende des 19. Jahrhunderts wurde der Grundstein der Selbstkonzeptforschung gelegt. Die modernen Modelle der Selbstkonzeptforschung der pädagogischen Psychologie basieren auf seiner Differenzierung im Selbst zwischen dem Betrachter *I* und dem Betrachteten *Me*. Das *I* ist die handelnde und denkende Person und das *Me* stellt das Selbstkonzept dar, welches aus dem spirituellen, sozialen und materiellen Selbst besteht (Möller & Trautwein, 2015, S. 179f.). Anfang des 20. Jahrhunderts wurde das Wissen über Selbstkonzepte durch den symbolischen Interaktionismus weiterentwickelt. Dabei wurden die Relevanz und der Einfluss der Umwelt für das Selbstkonzept hervorgehoben. Cooley (1902) prägte den Begriff *looking-glass-self*, welcher beschreibt, wie andere Personen die Einstellung und das Verhalten eines Individuums diesem Individuum gegenüber spiegeln. Durch diese Fremdwahrnehmung konstruiert sich das Individuum sein Selbstkonzept (Möller & Trautwein, 2015, S. 180). Insbesondere nahestehende Bezugspersonen haben einen Einfluss auf das Selbstkonzept, da es für das Individuum wichtig ist, was diese über es denken und fühlen. Im schulischen Kontext kommt daher den Peers und Lehrkräften eine besondere Bedeutung bei der Entwicklung des Selbstkonzepts zu, da diese die primären Bezugspersonen in diesem Kontext darstellen (Zurbriggen, 2016, S. 19).

Shavelson und Kollegen entwickelten 1976 ein hierarchisch strukturiertes, multidimensionales Modell, welches nach Ehm (2014) den Startpunkt der modernen pädagogisch-psychologischen Selbstkonzeptforschung darstellt (S. 7). An der Spitze steht das allgemeine Selbstkonzept, welches sich in ein schulisches und ein nicht-schulisches Selbstkonzept aufteilt. Das schulische Selbstkonzept gliedert sich wiederum zunächst in die einzelnen Schulfächer (Muttersprache, Mathematik, etc.) auf. Auf der nächsttieferen Ebene stehen spezifische Situationen aus einzelnen Unterrichtsstunden, auf denen die Bewertung des eigenen Verhaltens basiert. Das Modell wirkt in entgegengesetzter Richtung (von unten nach oben), da einzelne Situationen Erfahrungen bieten, die Individuen in bestimmte Kategorien ordnen. Durch diese werden bereichsspezifische Vorstellungen über die eigenen Fähigkeiten entwickelt. In diesem Sinne entsteht eine Multidimensionalität (Ehm, 2014, S. 7).

Dieses Modell wurde 1988 durch Marsh et al. revidiert. Der multidimensionale Aspekt wurde beibehalten, allerdings wurde der hierarchische Aspekt zurückgenommen. Marsh und Kollegen stellten heraus, dass das mathematische und das verbale Selbstkonzept gar nicht, wenig oder sogar negativ miteinander korrelierten (Marsh et al., 1988). Daraufhin wurden das mathematische und verbale Selbstkonzept als weitgehend separate, gleichwertige Faktoren betrachtet. Zu dem mathematischen Selbstkonzept zählen dabei wiederum die Selbsteinschätzungen in den Fächern Mathematik, Physik und Biologie. Selbsteinschätzungen zu Sprachen sowie Fächern wie Geschichte werden dem verbalen Selbstkonzept zugeordnet.

Ausgehend von diesem revidierten Modell entwickelte Marsh schließlich das *Internal/ External-Frame-of-Reference Modell*. Dieses Modell, welches empirisch gut belegt ist, stellt die „Zusammenhänge zwischen fachspezifischen Schulleistungen und fachspezifischen Selbstkonzepten“ (Möller & Trautwein, 2015, S. 189) dar. Laut diesem Modell gibt es einerseits einen externalen Bezugsrahmen, welcher aus den Mitschülerinnen und Mitschülern besteht, die zum sozialen Vergleich von Fähigkeiten in einem bestimmten Bereich, bspw. Mathematik, dienen. Schülerinnen und Schüler mit einem hohen Selbstkonzept in Mathematik vergleichen sich beispielsweise mit leistungsschwächeren Mitschülerinnen und Mitschülern im selben Fach. Andererseits existiert ein internaler Bezugsrahmen. Hierbei vergleicht das Individuum seine eigenen Fähigkeiten aus unterschiedlichen Bereichen miteinander. Diese Vergleiche werden intraindividuell genannt. Beispielsweise werden die Fähigkeiten einer Person im verbalen Bereich mit Fähigkeiten aus dem mathematischen Bereich verglichen.

Genese und Entwicklung des Selbstkonzepts

Wie bereits erwähnt, haben Umwelt und soziale Kontexte einen Einfluss auf das Selbstkonzept und dessen Entwicklung. Bereits in der Kindheit entwickelt sich ein Selbstkonzept. Dieses basiert allerdings weniger auf sozialen Vergleichen, welche hauptsächlich erst mit Beginn der Schulzeit zur Selbstevaluation genutzt werden (Ruble & Frey, 1991; Butler, 1989). Zwar finden soziale Vergleiche auch bereits in der frühen Kindheit statt, allerdings „noch vornehmlich mit dem Bestreben konkrete Informationen über Ähnlichkeiten und Unterschiede herauszufinden“ (Zurbriggen, 2016, S. 19).

In der Entwicklungspsychologie wurde eine Vielzahl an Modellen zur Genese von Selbstkonzepten entwickelt. Harter (1999) diskutiert bspw. das Modell der kognitiven Entwicklung des Selbstkonzepts, welches sich an den kognitiven Prozessen nach Piaget orientiert und welches herausstellt, dass die Bewertungen von Kindern über sich selbst meist sehr positiv sind und soziale Vergleichsinformationen nicht besonders genutzt werden (Möller & Trautwein, 2015, S. 182). „Während in der Kindheit die Entwicklung des Selbstkonzepts sowohl in Richtung zuneh-

mender Differenzierung als auch Hierarchisierung verläuft, prägen sich in der Adoleszenz in erster Linie die einzelnen Bereiche des Selbstkonzepts stärker aus“ (Zurbriggen, 2016, S. 22). In der Kindheit liegt somit meist ein überhöhtes und idealistisches Selbstbild bei Kindern vor (ebd.). Dieses wird mit zunehmendem Alter realistischer, die Individuen beziehen auch negative Eigenschaften mit ein und nutzen vermehrt soziale Vergleichsprozesse.

Inwiefern das Selbstkonzept stabil oder variabel ist, lässt sich nicht abschließend beantworten (Moschner & Dickhäuser, 2018, S. 750). Markus beschreibt das *working self-concept*, welches einerseits durch stabile Aspekte gestützt wird und andererseits auch durch situationelle Aspekte und soziale Vergleiche beeinflusst wird und so das Selbstkonzept modifizieren kann (Markus, 1977, zit. nach Möller & Trautwein, 2015, S. 181).

Prozessorientierter Forschungsansatz und Erhebung in internationalen Vergleichsstudien

In der pädagogischen Psychologie gibt es nach Krapp (1997) zwei Forschungsstränge bezüglich des Selbstkonzepts: die differentielle und die prozessorientierte Forschung. Beide Forschungsrichtungen teilen ihr Verständnis vom multidimensionalen Selbstkonzept. Sie unterscheiden sich jedoch in ihren Vorannahmen, verfolgen verschiedene Forschungsziele und nutzen unterschiedliche Forschungsmethoden (Hellmich, 2005, S. 22). Die differentielle Forschung beschäftigt sich hauptsächlich mit interindividuellen Unterschieden, erforscht Selbstkonzepte als Personenmerkmale über einen längeren Zeitraum und betrachtet diese hiermit als „relativ stabile Merkmale von Individuen“ (ebd.). Das Modell nach Shavelson et al. (1976) und auch das revidierte Modell durch Marsh et al. (1988) zählen zu dieser Forschungsrichtung. Der prozessorientierte Ansatz hingegen geht von einem dynamischen Charakter des Selbstkonzepts aus und stellt die „Analyse genereller Prinzipien der Verhaltenssteuerung und der individuellen Entwicklung auf einer Mikroebene“ (Krapp, 1997, S. 331) in den Mittelpunkt der Forschung. Studien von Markus (1977) und Harter (1983) zählen beispielsweise zu diesem Forschungsgebiet. Es gibt auch Studien, die Berührungspunkte zu beiden Forschungssträngen haben (bspw. Hannover, 1997).

Zur Erfassung des Selbstkonzeptes gibt es verschiedene Erhebungsinstrumente. So erhebt bspw. die alle vier Jahre durchgeführte, internationale Studie *TIMSS* (Trends in International Mathematics and Science Study), die auch die mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen von Grundschülerinnen und Grundschulern der vierten Klasse erhebt, unter anderem das mathematikbezogene Selbstkonzept. Die Skala umfasst dabei vier Items mit jeweils vier Antwortmöglichkeiten. Der Mittelwert (M) gibt darüber Auskunft, ob ein hohes ($3 \leq M \leq 4$), mittleres ($2 \leq M < 3$) oder niedriges ($1 \leq M < 2$) mathematikbezogenes Selbstkonzept vorliegt (Selter et al., 2016, S. 130). Die Mittelwerte aus den Er-

hebungen 2007 ($M = 3,18$), 2011 ($M = 3,24$) und 2015 ($M = 3,15$) weisen insgesamt auf ein positives mathematikbezogenes Selbstkonzept der Viertklässlerinnen und Viertklässler in Deutschland (ebd.) hin. Auch die PISA-Studie erhebt das mathematische Selbstkonzept, allerdings für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe (Prenzel et al., 2013, S. 103ff.). In der mit spezifischer Fokussierung auf das Fach Mathematik erfolgten PISA-Erhebung in 2012 zeigen die Ergebnisse durchaus eine breite Streuung des mathematikbezogenen Selbstkonzepts über die teilnehmenden Länder hinweg – deutsche Schülerinnen und Schüler liegen hier (im relativen Verhältnis zur Leistung) deutlich unter dem OECD-Durchschnitt (OECD, 2013, S. 97).

2.2 Fehlerklima

Der Fehlerbegriff kann unterschiedliche Bedeutungen haben. In der englischsprachigen Literatur ist beispielsweise von *error*, *failure*, *fault*, *slip* oder *mistake* die Rede. In der deutschen Forschung werden diese Begriffe aber oftmals einheitlich mit „Fehler“ übersetzt (Türling, 2014, S. 29). Laut der allgemeinen Fehlerdefinition von Miller et al. werden „Fehler als Abweichung des Ist-Zustandes von dem Soll-Zustand definiert“ (Steuer, 2014, S. 16). Es werden also zwei Zustände miteinander verglichen. Ähnlich geht auch Steuer bei der folgenden Definition vor, die grundlegend für diese Arbeit sein soll:

Ein Fehler ist eine Handlung oder ein Handlungsergebnis, welche bzw. welches von einer Norm (oder einem Ziel) abweicht oder von der Lehrkraft als falsch beurteilt wird und wider die Intention des Individuums (i.e. ein Schüler oder eine Schülerin) geschieht (Steuer, 2014, S. 19).

Drei Aspekte lassen sich in dieser Definition finden. Zum einen geschehen Fehler unabsichtlich. Des Weiteren muss zunächst ein Ziel bzw. eine Norm definiert werden, die den Soll-Zustand festlegt. In der Mathematik der Grundschule ist dieser Soll-Zustand vergleichsweise klar definiert. In den meisten Fällen lassen sich richtige und falsche Lösungen relativ eindeutig bestimmen (ebd., S. 13). Außerdem spielt der Beurteilungsaspekt in der Schule eine Rolle. Die Lehrkraft ist also dafür verantwortlich, eine Handlung bzw. ein Ergebnis als fehlerhaft oder fehlerfrei zu bewerten. Alles in allem gelten in dieser Arbeit nur mathematische Fehler als Fehler. Andere Formen von „Fehlverhalten“, wie beispielsweise im Sozialverhalten, werden nicht berücksichtigt.

Fehler nehmen im Schulkontext einen besonderen Stellenwert ein. Die Abwesenheit von Fehlern führt in der Regel zu besseren Bewertungen und dient als Indikator für gute Leistungen. Als Folge werden Fehler durch die Schülerinnen und Schüler häufig mit negativen Emotionen, wie Angst oder Scham, verbunden. Damit wird jedoch das Potential von Fehlern nicht genutzt, aus diesen zu lernen

und negatives Wissen aufzubauen. Negatives Wissen meint dabei das Wissen darüber, wie etwas nicht funktioniert oder nicht ist (Steuer, 2014, S. 12). Daher ist dem Umgang mit Fehlern besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Dieser Umgang wird im Schulunterricht als *Fehlerklima* bezeichnet (ebd., S. 51). „Ein positives Fehlerklima wird definiert als die Wahrnehmung, Bewertung und Nutzung von Fehlern als integrale Elemente im Lernprozess innerhalb der sozialen Lernumwelt der Schulklasse“ (Steuer, 2014, S. 50). Die Idee, dass man aus Fehlern lernt und diese zum Lernprozess dazugehören, ist ein konstruktivistischer Gedanke (Türling, 2014, S. 36). Es geht bei einem positiven Fehlerklima nicht darum, Fehler vollständig zu eliminieren, sondern darum, eine Auseinandersetzung mit Fehlern zu ermöglichen. Dabei spielt sowohl der individuelle Umgang als auch der Umgang mit Fehlern innerhalb der Klasse eine wichtige Rolle (Steuer, 2014, S. 49). Herrscht in der Klasse ein konstruktivistisches Fehlerklima, so können die Schülerinnen und Schüler im geschützten Rahmen der Schule lernen, mit Fehlern umzugehen. Einen wesentlichen Einfluss auf das Fehlerklima hat hierbei die Lehrkraft. Die Unterrichtsgestaltung ist ein entscheidender Faktor für ein positives Fehlerklima (Türling, 2014, S. 41).

Struktur des Fehlerklimas

Analog zu unterschiedlichen Modellen des Selbstkonzepts werden auch mit Blick auf das Konstrukt des „Fehlerklimas“ verschiedene strukturelle Ansätze diskutiert. Im Folgenden soll einer dieser zum besseren Verstehen dieses Konzepts – bestehend aus acht verschiedenen Dimensionen – beispielhaft und ausführlich dargestellt werden (siehe im Detail Steuer, 2014).

Analyse von Fehlern. Die Analyse von Fehlern beinhaltet die Kommunikation über einen Fehler. Diese Dimension des Fehlerklimas „beschreibt die Wahrnehmung der SchülerInnen, inwieweit Fehler im Unterricht analysiert und thematisiert werden“ (Steuer, 2014, S. 72). Für eine zielführende Fehleranalyse ist eine besondere Fehlerkompetenz der Lehrkraft von Nöten. Nur so kann der Ursache des Fehlers auf den Grund gegangen werden. Besonders in den ersten Schuljahren wird das Analysieren von Fehlern nicht durch die Schülerinnen und Schüler selbst initiiert, sondern muss von der Lehrkraft angeleitet werden (ebd., S. 73).

Fehlerrisiko eingehen. Beim „Lernort Schule“ handelt es sich um einen geschützten Rahmen, in welchem einzelne Fehler noch keine gravierenden Konsequenzen für das Individuum haben (sollten). „Die Dimension ‚Fehlerrisiko eingehen‘ beinhaltet die Wahrnehmung der SchülerInnen, in welchem Ausmaß [...] Schüler und Schülerinnen das Risiko eingehen [...] etwas Falsches zu sagen oder etwas Falsches zu machen“ (ebd., S. 71). Hierbei spielt die Abwesenheit von Angst und Scham vor Fehlern eine entscheidende Rolle. In der Forschung wird auch von Fehlerangst gesprochen. Grundsätzlich wird nur ein hohes Fehlerrisiko eingegangen, wenn man sich nicht vor negativen Konsequenzen fürchten muss (ebd., S. 72).

Fehlertoleranz der Lehrkraft. Die Fehlertoleranz der Lehrkraft wird auch als Fehlerermutigungsstrategie bezeichnet. Es geht darum, in welchem Maße die Lehrkraft Fehler zulässt und das Lernen aus produktiven Fehlern ermöglicht (ebd., S. 59). Werden Fehler beispielsweise ignoriert und nicht besprochen, so deutet dies auf eine negative Fehlertoleranz der Lehrkraft hin (ebd., S. 60).

Lernfunktionalität von Fehlern. Lernfunktionalität von Fehlern bedeutet, dass in der Klasse eine positive Einstellung zu Fehlern vermittelt und geteilt wird. Die Schülerinnen und Schüler sind sich bewusst, dass Fehler zum Lernprozess dazugehören. Die Lehrkraft regt die Schulklasse dazu an, Fehler als Lerngelegenheiten zu nutzen (ebd., S. 75).

Bewertungs(ir)relevanz von Fehlern. „Bewertungs(ir)relevanz von Fehlern beschreibt das Ausmaß, in dem Fehler in die Leistungsbewertung der Schülerinnen und Schülern eingehen“ (ebd., S. 62). Dies ist in Leistungskontrollen selbstverständlich. In Übungsphasen sollten Fehler aber erlaubt sein und für den individuellen Lernfortschritt genutzt werden (ebd., S. 62). Lern- und Leistungssituationen sollten daher möglichst transparent und eindeutig voneinander getrennt sein.

Abwesenheit negativer Lehrkraftreaktionen. Spychiger fand in einer Studie aus dem Jahr 2009 heraus, dass die Reaktion der Lehrkraft auf Fehler in neun von zehn Fällen positiv ist (Spychiger, 2009, zit. nach Steuer, 2014, S. 67). Eine negative Lehrkraftreaktion ist also selten, hat aber einen großen Einfluss auf das individuelle Lernen der Schülerinnen und Schüler. Negative Sozialerfahrungen mit Lehrkräften stehen beispielsweise mit niedrigen Selbstkonzepten und höherer Ängstlichkeit in Zusammenhang (ebd., S. 66). Zu dieser Dimension zählen sowohl verbale als auch nonverbale Reaktionen der Lehrkraft.

Abwesenheit negativer Mitschülerinnen- und Mitschülerreaktionen. „Die Dimension ‚Abwesenheit negativer Mitschülerinnen- und Mitschülerreaktionen‘ beinhaltet den Aspekt, inwieweit in der Klasse auf Fehler mit negativen Verhaltensweisen von Mitschülerinnen und Mitschülern reagiert wird“ (Steuer, 2014, S. 69). Als Folge können Scham und Angst entstehen und eine Fehlervermeidungshaltung eingenommen werden. Negative Mitschülerinnen- und Mitschülerreaktionen sind wesentlich häufiger als negative Lehrkraftreaktionen (ebd., S. 68).

Lehrkraftunterstützung nach Fehlern. In dieser Dimension des Fehlerklimas sollen die Schülerinnen und Schüler das Ausmaß der Lehrkraftunterstützung im Unterricht einschätzen. Die Unterstützung nach Fehlern hat immer das Ziel, die Fehler zu überwinden und aus ihnen zu lernen (ebd., S. 65). Außerdem steht die Lehrkraftunterstützung in engem Zusammenhang zum Wohlbefinden der Schülerinnen und Schüler (ebd., S. 64).

Empirische Forschungsergebnisse zum Fehlerklima in Schule und Unterricht

Die empirische Fehlerforschung begann ca. 1980. Als Folge eines Reaktorunglücks in Harrisburg rückte die Fehlerforschung und insbesondere die Fehler-

vermeidung in das Zentrum der Aufmerksamkeit (Steuer, 2014, S. 27). Seither dehnte sich die Fehlerforschung auf weitere Bereiche aus. Die Fehlerforschung im pädagogischen Bereich wurde maßgeblich durch Oser geprägt. Insgesamt gibt es bis heute aber noch eine recht dünne Befundlage zum Umgang mit Schülerinnen- und Schülerfehlern im Unterricht (Türling, 2014, S. 50).

Spychiger, Oser und Hascher führten 1998 erstmals Unterrichtsbeobachtungen zum Fehlerklima durch. Noch im selben Jahr entwickelten sie, auf Grundlage von explorativen Beobachtungen, einen ersten Fragebogen zur Erfassung des Fehlerklimas in der Schulklasse (Spychiger et al., 2006, S. 88). Sie fanden unter anderem heraus, „dass transparente Normen in Schule und Unterricht für eine funktionierende Fehlerkultur unverzichtbar sind“ (ebd., S. 95). Der klare Umgang mit Fehlern mache es leichter, aus diesen zu lernen. Außerdem erkannten Spychiger et al. schon früh eine emotionale Komponente von Fehlern im Schulalltag. Das Fehlermachen stehe besonders in Zusammenhang mit negativen Emotionen wie Scham oder Angst. Entgegen der vorherigen Annahme sei eine völlige Abwesenheit negativer Emotionen aber kein Indiz für ein gutes Fehlerklima. Spychiger et al. kamen zu dem Schluss, dass ein mittleres Niveau an negativen Emotionen am förderlichsten für das Lernklima sei. So entstehe keine Gleichgültigkeit und die Chance aus Fehlern zu lernen sei am größten (ebd., S. 92). 2003 und 2006 überarbeiteten Spychiger et al. ihre bisherigen Erkenntnisse und entwickelten einen neuen Fragebogen. Das Fehlerklima wurde im so genannten *Schülerfragebogen zur Fehlerkultur im Unterricht* (SchüFekU) in vier Dimensionen erfasst (ebd., S. 95). Die meisten Studien zum Fehlerklima bauen heute auf dem Schülerfragebogen von Spychiger et al. (1998) bzw. dessen Weiterentwicklung (2006) auf.

Zusammenfassende Befunde zeigen, dass Lehrkräfte weitestgehend positiv mit Fehlern im Unterricht umgehen. Als Folge haben Schülerinnen und Schüler eher wenig Angst davor, Fehler zu machen. „Die Unterstützung durch die Lehrkraft in einer Fehlersituation erscheint studienübergreifend [allerdings] verbesserungsfähig“ (Türling, 2014, S. 53). Die Analyse von Fehlerursachen und Fehlersituationen findet insgesamt wenig statt. Dies ist aber ein entscheidender Faktor, um aus Fehlern zu lernen (Steuer, 2014, S. 72). Außerdem lassen sich in Unterrichtsbeobachtungen vergleichsweise wenig Fehlersituationen beobachten. Eine Beobachtung von Heinze (2004) von 22 Mathematikstunden ergab beispielsweise, dass die Lehrkraft-handlungen überwiegend darauf abzielen, im Unterrichtsstoff fortzuschreiten. Für die Behandlung von Fehlern wird in der Regel wenig Zeit investiert (Heinze, 2004, zit. nach Türling, 2014, S. 51). Des Weiteren erkannte Heinze (2004) einen Zusammenhang zwischen der Mathematiknote und dem Nutzen von Fehlern im Lernprozess. Schülerinnen und Schüler mit besseren Noten scheinen Fehler effektiver als Lerngelegenheit zu nutzen als leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler (ebd., S. 51).

2.3 Zum Zusammenhang von Selbstkonzept und Fehlerklima

Bisher gibt es nur wenige Studien, die sich mit einem möglichen Zusammenhang zwischen dem mathematischen Selbstkonzept und dem Fehlerklima im Unterricht beschäftigen. Im Folgenden sollen zentrale Forschungsergebnisse aufgeführt werden. Allerdings ist den Autorinnen keine umfassende Untersuchung bekannt, die gezielt alle Aspekte des Fehlerklimas berücksichtigt und mit dem mathematischen Selbstkonzept von Schülerinnen und Schülern in Zusammenhang bringt. Bereits 1982 befasste sich Petillon mit der sozialen Beziehung zwischen Lehrkräften und ihren Schülerinnen und Schülern. Anhand einer Stichprobe von Viertklässlerinnen und Viertklässlern konnte er zeigen, „dass ungünstige Sozialerfahrungen mit Lehrkräften in Zusammenhang mit niedrigerem Fähigkeits-selbstkonzept [...] stehen“ (Steuer, 2014, S. 66). Derartige Sozialerfahrungen beinhalten beispielsweise eine negative Lehrkraftreaktion auf Fehler, welche laut Steuer wiederum eine Subdimension des Fehlerklimas darstellt (ebd., S. 65). Des Weiteren befasste sich Tulis (2010) gezielt mit dem mathematischen Selbstkonzept. Sie fand heraus, dass der Großteil der Schülerinnen und Schüler ihre Mathematiklehrkraft als fehlerfreundlich einschätzen (Tulis, 2010, S. 66). Außerdem erkannte sie eine mittlere Korrelation zwischen der Fehler-Lernorientierung und dem mathematischen Selbstkonzept der Schülerinnen und Schüler. Tulis vermutet daraufhin einen indirekten Zusammenhang zwischen dem Fehlerklima und dem mathematischen Selbstkonzept. Denn sowohl die Fehler-Lernorientierung als auch das mathematische Selbstkonzept korrelieren mit den positiven und negativen Emotionen im Lernprozess im Mathematikunterricht (ebd., S. 151). So bestehen positive Zusammenhänge zwischen dem Selbstkonzept bzw. der Fehler-Lernorientierung der Schülerinnen und Schüler mit Emotionen wie Freude und Stolz. Gleichzeitig korrelieren die Fehler-Lernorientierung und das Selbstkonzept negativ mit Ärger, Angst und Langeweile (ebd., S. 144). Vergleichbare Ergebnisse berichten auch Frenzel et al. in einer Studie aus dem Jahre 2009. Insbesondere leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler profitieren demnach von einem transparenten Fehlerklima. Die Untersuchung von Tulis (2010) zeigte, dass die Angst vor Fehlern gerade bei leistungsschwächeren Schülerinnen und Schülern mit niedrigeren mathematischen Selbstkonzepten in Verbindung steht (ebd., S. 162).

Zusammenfassend lässt die bisherige Forschung darauf schließen, dass die Transparenz im Unterricht und die emotionalen Aspekte des Lernens im Umgang mit Fehlern in Korrelation zum mathematischen Selbstkonzept von Schülerinnen und Schülern stehen – insgesamt ist die Befundlage jedoch eher gering.

3 Forschungsfrage

Auf Grundlage der aufgeführten theoretischen Überlegungen und des aktuellen Forschungsstandes zum mathematischen Selbstkonzept und dem Fehlerklima im Mathematikunterricht zeigt sich, dass die wechselseitige Beziehung beider Konzepte bisher noch nicht ausreichend beforscht wurden. Daher ergibt sich für dieses Forschungsprojekt die folgende Forschungsfrage:

Wie hängen das mathematische Selbstkonzept und die Wahrnehmung des Fehlerklimas im Mathematikunterricht am Ende der Grundschulzeit zusammen?

Es wird die Hypothese aufgestellt, dass ein positiver Zusammenhang zwischen dem mathematischen Selbstkonzept und dem Fehlerklima im Mathematikunterricht besteht. Denn: Wie vorausgehend erörtert, hat der soziale Kontext in der Schule Einfluss auf das Selbstkonzept. Durch das Fehlerklima in einer Klasse wird dieser Kontext des Lernens aber direkt von den Schülerinnen und Schülern sowie der Lehrkraft selbst gestaltet (Steuer, 2014, S. 49). Da die Schülerinnen und Schüler wiederum ein mathematisches Selbstkonzept mit in die Klasse einbringen, welches ihr Verhalten und somit auch den Umgang mit Fehlern bestimmt, wird der formulierte Zusammenhang erwartet.

4 Methode

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wird im Folgenden das Forschungsdesign vorgestellt. Dabei wird zunächst auf die Stichprobe eingegangen, die eingesetzten Erhebungsinstrumente werden dargestellt sowie die Vorgehensweise bei der Erhebung und der Auswertung aufgeführt.

4.1 Stichprobe

An der Studie nahmen sechs vierte Klassen von drei niedersächsischen Grundschulen teil (je zwei Klassen pro Schule). Die Gelegenheitsstichprobe umfasst insgesamt $N = 120$ Schülerinnen und Schüler, die Teilnahme der Schülerinnen und Schüler erfolgte freiwillig. Die Eltern der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler wurden im Vorfeld der Studie über diese informiert. Aufgrund nicht vollständig ausgefüllter Fragebögen (teilweise wurden ganze Seiten des Fragebogens nicht bearbeitet) wurden drei Schülerinnen und Schüler bei der Auswertung der Erhebung nicht berücksichtigt. Somit beziehen sich die weiteren Ausführungen auf eine Stichprobe von $N = 117$ Schülerinnen und Schülern. Das Alter der Befragten beträgt im Mittel $M = 9.69$ ($SD = 0.55$) Jahre. Es haben 64 Mädchen und 52 Jungen teilgenommen, eine Person hat das Geschlecht nicht angegeben. Über

die Hälfte der Teilnehmerinnen und Teilnehmer (58,9%) hatte im letzten Zeugnis eine eins oder eine zwei in Mathematik ($M = 2.29$; $SD = 0.80$).

4.2 Erhebungsinstrument

Als Erhebungsinstrument wurde in dieser quantitativen Studie ein Fragebogen genutzt. Dieser bestand aus insgesamt 38 geschlossenen Fragen. Neben drei einleitenden Fragen zur Person befassen sich die weiteren Fragen mit den Themengebieten *mathematisches Selbstkonzept* und *Fehlerklima*. Als Antwortformat wurden vierstufige Likert-Skalen mit den Polen 1 (stimmt gar nicht) bis 4 (stimmt genau) eingesetzt.

Alle eingesetzten Fragen wurden aus bereits durchgeführten Studien übernommen. Zur Messung des mathematischen Selbstkonzepts wurde eine Skala bestehend aus vier Items aus TIMSS (Selter et al., 2016, S. 129, Tabelle 1) übernommen. Zur Beschreibung der Wahrnehmung des Fehlerklimas wurden acht Skalen eingesetzt (entsprechend der oben benannten acht Dimensionen des Fehlerklimas), die aus insgesamt 31 Items bestehen (Steuer, 2014, S.250 ff., Tabelle 1). Die Skalen liegen ursprünglich im sechsstufigen Likert-Format vor – im Interesse eines einheitlichen Antwortformats wurden diese auf ein vierstufiges Likert-Format angepasst.¹

Tab.1: Eingesetzte Skalen inklusive Beispielimens

Skala	Beispielimens	Anzahl Items	Cronbachs Alpha
Mathematisches Selbstkonzept	<i>Normalerweise bin ich gut in Mathematik.</i>	4	.79
Analyse von Fehlern	<i>Bei uns in Mathe sprechen wir ausführlich darüber, wenn etwas falsch gemacht wird.</i>	4	.80
Fehlerrisiko eingehen	<i>Bei uns in Mathe sagen viele Schüler lieber gar nichts als etwas Falsches.</i>	3	.63
Fehlertoleranz der Lehrkraft	<i>Bei uns in Mathe ist es für unseren Lehrer okay, wenn Aufgaben mal nicht richtig gemacht werden.</i>	4	.61
Lernfunktionalität von Fehlern	<i>Bei uns in Mathe dienen Fehler von Schülern oft dazu, dass man Mathe wirklich versteht.</i>	4	.64

¹ Die Reduktion der Antwortmöglichkeiten von sechs auf vier ist kritisch zu betrachten, da die Spanne der Ergebnisse hierdurch eingeschränkt wird – zur einheitlichen Gestaltung aller Items wurde diese Veränderung jedoch bewusst vorgenommen

Bewertungs(ir)relevanz von Fehlern	<i>Wenn bei uns in Mathe jemand Fehler macht, bekommt er schlechte Bewertungen.</i>	4	.75
Abwesenheit negativer Mitschülerinnen- und Mitschülerreaktionen	<i>Wenn bei uns in Mathe jemand etwas falsch macht, wird er manchmal von Mitschülern ausgelacht.</i>	4	.78
Abwesenheit negativer Lehrkraftreaktionen	<i>Wenn bei uns in Mathe jemand etwas falsch macht, kann es sein, dass er vom Lehrer verspottet wird.</i>	4	.52
Lehrkraftunterstützung nach Fehlern	<i>Wenn bei uns in Mathe jemand eine Aufgabe nicht richtig löst, hilft ihm der Lehrer.</i>	4	.55

4.3 Durchführung

Die Erhebungen fanden im zweiten Halbjahr des Schuljahres 2018/2019, im Zeitraum von April bis Mitte Mai, statt. Sie wurden von drei Testleiterinnen durchgeführt. Jede Testleiterin führte die Erhebung in zwei Schulklassen durch. Alle Daten wurden während des regulären Mathematikunterrichts erhoben. Die Durchführungen dauerten durchschnittlich 20 Minuten. Um die Objektivität der Erhebung zu gewährleisten, erfolgte eine einheitliche Instruktion durch die Testleiterinnen².

4.4 Auswertung

Die Auswertung der Daten wurde mit der Statistik- und Analysesoftware SPSS vorgenommen. Da die Fragen zum Themenbereich *Fehlerklima* ursprünglich sechs Antwortmöglichkeiten boten, im verwendeten Fragebogen jedoch nur vier Antwortmöglichkeiten zur Verfügung standen, wurden die Antworten dieser Fragen bei der Auswertung umgerechnet, sodass sie einer sechsstufigen Skala entsprechen. Dies wurde durchgeführt, um eine Vergleichbarkeit zu Steuers Ergebnissen herzustellen.

Einzelne fehlende Werte wurden mit Hilfe eines einfachen Imputationsverfahrens geschätzt. Diese Vorgehensweise wird von Schafer und Graham (2002) auch als *Ipsative Mean Imputation* bezeichnet. Hierbei wurde das Lagemaß des Mittelwertes für jedes Item berechnet und anstelle des fehlenden Wertes eingesetzt (Lüdtke et al., 2007, S. 108). Mit den 117 Datensätzen konnte dann die statistische Analyse durchgeführt werden. Items der einzelnen Konstrukte des Fragebogens wurden für die weitere Analyse zu einer Skala zusammengefasst. So entstanden jeweils

² Die Testleiterinnen sind zugleich die Autorinnen dieser Arbeit.

Mittelwerte zum mathematischen Selbstkonzept und zum Fehlerklima. Im Anschluss konnten mögliche Zusammenhänge dieser Mittelwerte betrachtet werden. Um die Mittelwerte (M) des Fehlerklimas interpretieren zu können, wurde – analog zum Vorgehen von TIMSS beim mathematischen Selbstkonzept, siehe oben – eine dreigliedrige Einteilung festgelegt. Diese teilen sich auf in ein negatives ($1 \leq M < 2.66$), neutrales ($2.66 \leq M < 4.33$) und positives ($4.33 \leq M \leq 6$) Fehlerklima.

5 Ergebnisse

Die internen Konsistenzen (Cronbachs Alpha) der eingesetzten Skalen lagen zwischen $\alpha = .52$ bei *Abwesenheit negativer Lehrkraftreaktionen* und $\alpha = .80$ bei *Analyse von Fehlern* und sind entsprechend als befriedigend bis gut zu bezeichnen (Tabelle 1).

Der Mittelwert des mathematischen Selbstkonzepts beträgt $M = 3.22$ von theoretisch maximal 4 mit einer Standardabweichung von $SD = 0.66$. Werden die Skalen des Fehlerklimas betrachtet, zeigt sich, dass die Mittelwerte aller acht Skalen über einem Wert von 3 liegen und vier von diesen über einem Wert von 5. Das arithmetische Mittel für das Fehlerklima insgesamt beträgt $M = 4.83$ ($SD = 0.51$)³ (Tabelle 2). Von den Schülerinnen und Schülern der betrachteten Stichprobe nahmen 83.8% das Fehlerklima positiv wahr. Die restlichen 16.2% empfanden das Fehlerklima als neutral. Beim mathematischen Selbstkonzept sind alle drei der möglichen Kategorien vertreten. 57.3% der Lernenden haben ein hohes, 34.2% haben ein mittleres und 8.5% ein niedriges mathematisches Selbstkonzept.

Die Abbildungen 1 und 2 visualisieren die Werte mithilfe von Boxplots. Auffallend ist hierbei die besonders große Spannweite der Ergebnisse bei der *Analyse von Fehlern*. Der Vergleich zwischen den Unterkonstrukten des Fehlerklimas zeigt, dass *Fehlerrisiko eingehen* insgesamt den niedrigsten Median aufweist ($x = 3.77$).

3 Laut Steuer (2014, S. 126ff.) lässt sich trotz theoretischer Ausdifferenzierung der Subdimensionen die Bildung und Betrachtung eines Globalwerts aus den Mittelwerten der acht Faktoren des Fehlerklimas inhaltlich und empirisch rechtfertigen.

Tab. 2: Deskriptive Ergebnisse

Skala	N	M	SD	
Mathematisches Selbstkonzept	117	3.22	0.66	
Fehlerklima	Analyse von Fehlern	117	4.39	1.14
	Fehlerrisiko eingehen	117	3.70	1.13
	Fehlertoleranz der Lehrkraft	117	5.12	0.95
	Lernfunktionalität von Fehlern	117	4.39	1.06
	Bewertungs(ir)relevanz von Fehler	117	5.41	0.83
	Abwesenheit negativer Mitschülerinnen- und Mitschülerreaktionen	117	4.73	1.10
	Abwesenheit negativer Lehrkraftreaktionen	117	5.55	0.65
	Lehrkraftunterstützung nach Fehlern	117	5.34	0.73
Fehlerklima gesamt:	117	4.83	0.51	

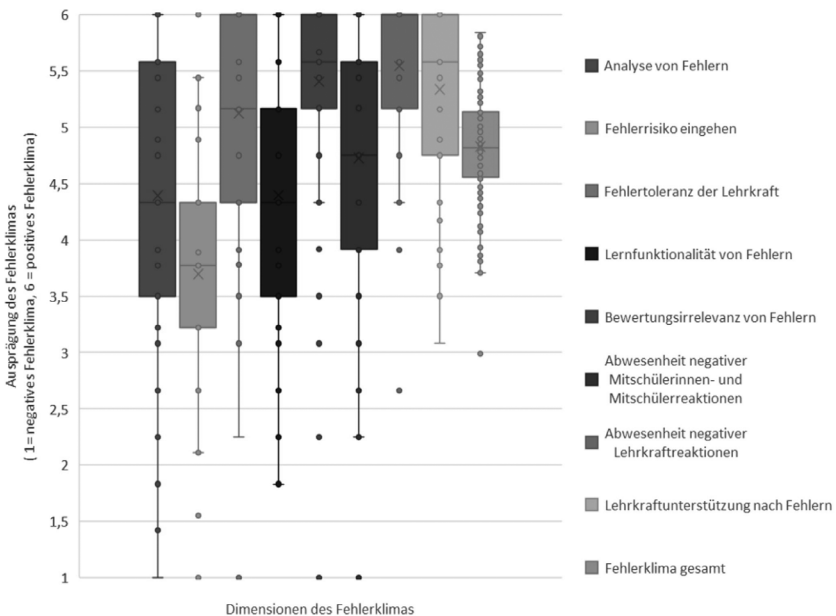


Abb. 1: Ausprägungen der Antworten zum Fehlerklima

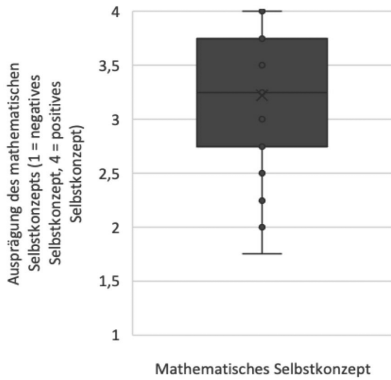


Abb. 2: Ausprägungen der Antworten zum mathematischen Selbstkonzept

Im Folgenden wurde das mathematische Selbstkonzept mit der Wahrnehmung des Fehlerklimas korreliert. Dabei ergab sich ein Pearson-Korrelationskoeffizient von $r_1 = .20$ mit einer zweiseitigen Signifikanz von $p_1 = .04$. Bei der Korrelation der acht Unterkonstrukte des Fehlerklimas mit dem mathematischen Selbstkonzept gibt es zwei signifikante Korrelationen. Diese bestehen zwischen dem mathematischen Selbstkonzept und *Fehlerrisiko eingehen* ($r_2 = .25$ mit $p_2 = .01$) sowie zwischen dem mathematischen Selbstkonzept und der *Abwesenheit negativer Lehrkraftreaktionen* ($r_3 = .18$ mit $p_3 = .05$) (Tabelle 3).

Tab. 3: Korrelationen des mathematischen Selbstkonzepts mit den Fehlerklimaskalen

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Mathematisches Selbstkonzept	1	-	-	-	-	-	-	-	-
2 Analyse von Fehlern	-.09	1	-	-	-	-	-	-	-
3 Fehlerrisiko eingehen	.25**	.05	1	-	-	-	-	-	-
4 Fehlertoleranz der Lehrkraft	.17	.15	-.03	1	-	-	-	-	-
5 Lernfunktionalität von Fehlern	.14	.18	.07	.36**	1	-	-	-	-
6 Bewertungs(ir)relevanz von Fehlern	.12	-.07	.34**	.28**	.18*	1	-	-	-
7 Abwesenheit negativer Mitschülerinnen- und Mitschülerreaktionen	.04	.05	.47**	-.03	.07	.26**	1	-	-
8 Abwesenheit negativer Lehrkraftreaktionen	.18*	.17	.11	.48**	.21*	.45**	.31**	1	-
9 Lehrkraftunterstützung nach Fehlern	.07	.32**	.12	.31**	.17	.32**	.12	.34**	1

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von .01 (2-seitig) signifikant.

* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von .05 (2-seitig) signifikant.

6 Diskussion

Die deskriptiven Ergebnisse zeigen zunächst, dass die betrachtete Stichprobe das Fehlerklima im Mathematikunterricht ausschließlich positiv bis neutral wahrnimmt. Dies zeigt, dass in den sechs Klassen der drei verschiedenen Schulen ein hauptsächlich positives Fehlerklima herrscht. Im Vergleich zu Steuers Studie liegen die Mittelwerte der acht Konstrukte vom Fehlerklima ungefähr im selben Bereich. Die vorliegende Studie weist minimal erhöhte Werte auf.

Auch die deskriptiven Befunde zum berichteten Selbstkonzept fallen nahezu durchgehend positiv aus. Begründet sein könnte dieses Ergebnis u.a. auch durch aufgezeigte empirische Befunde, dass Leistung und Selbstkonzept von Schülerinnen und Schülern sich gegenseitig beeinflussen – und da es sich bei der Stichprobe dieser Studie um eine überwiegend leistungsstarke Schülerschaft handelt, könnte dies der Grund für ein relativ hohes mathematisches Selbstkonzept sein.

Den empirischen Zusammenhang von Fehlerklima und mathematischem Selbstkonzept zeigt das Diagramm in Abbildung 3. Auch hier wird zunächst erneut ersichtlich, dass die Wahrnehmung des Fehlerklimas allein im oberen Bereich liegt und somit vorrangig positiv ausgeprägt ist. Beim mathematischen Selbstkonzept erstreckt sich die Verteilung hingegen über einen breiteren Bereich, jedoch liegen auch hier nur wenige Antworten von Schülerinnen und Schülern im niedrigen Bereich vor. Es lässt sich anhand des Diagramms feststellen, dass ein hohes Selbstkonzept praktisch uneingeschränkt mit einem positiven Fehlerklima einhergeht – selbiges gilt allerdings auch tendenziell für ein niedriges Selbstkonzept. Daraus könnte sich der relativ geringe, berichtete korrelative Zusammenhang ($r_1 = .20$) erklären. Ein gutes Fehlerklima geht somit nicht zwangsläufig mit einem ausgeprägten mathematischen Selbstkonzept der Schülerinnen und Schüler einher.

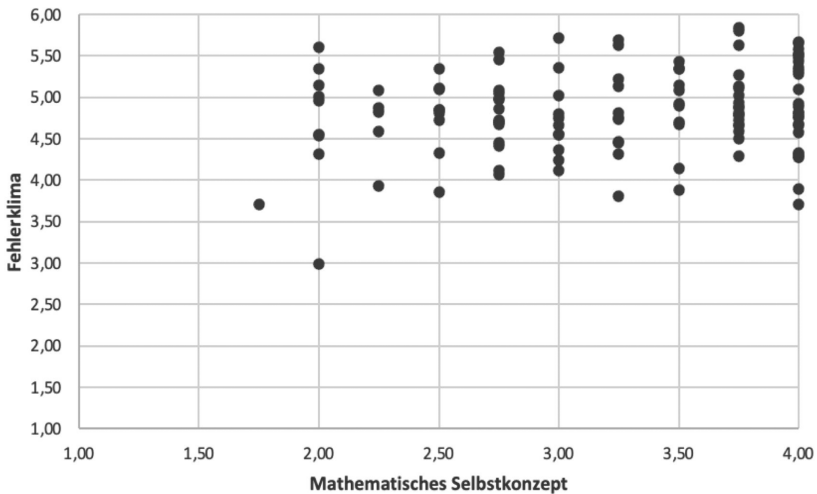


Abb. 3: Streu-Punkte-Diagramm zum Zusammenhang von Fehlerklima und math. Selbstkonzept

Bei einer näheren Betrachtung der Zusammenhänge des mathematischen Selbstkonzepts mit den Unterkonstrukten des Fehlerklimas fällt die vergleichsweise hohe Korrelation zwischen dem mathematischen Selbstkonzept und *Fehlerrisiko eingehen* auf ($r_2 = .25$ mit $p_2 = .01$). Nach Cohen (1988) handelt es sich hierbei zwar um einen kleinen Zusammenhang (mit einem hohen Signifikanzniveau), innerhalb der Korrelationen mit dem mathematischen Selbstkonzept handelt es sich hierbei jedoch um den höchsten Zusammenhang in dieser Studie. Dies liegt eventuell daran, dass sowohl das mathematische Selbstkonzept als auch das Risiko, Fehler einzugehen, unter anderem auf Einschätzungen der eigenen Fähigkeiten basieren.

Wie in Kapitel 2.1 beschrieben, beeinflusst, neben den eigenen Einschätzungen, das Umfeld das mathematische Selbstkonzept. Dies betrifft im Klassenkontext die Mitschülerinnen und Mitschüler und die Lehrkraft. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die *Abwesenheit negativer Lehrkraftreaktionen* schwach mit dem mathematischen Selbstkonzept korreliert ($r_3 = .18$ mit $p_3 = .05$). Für die *Abwesenheit negativer Mitschülerinnen- und Mitschülerreaktionen* liegt im Vergleich hierzu kein Zusammenhang vor. Inwieweit die *Abwesenheit negativer Lehrkraftreaktionen* tatsächlich einen höheren Einfluss auf das mathematische Selbstkonzept hat als die *Abwesenheit negativer Mitschülerinnen- und Mitschülerreaktionen*, lässt sich an dieser Stelle nicht abschließend klären und müsste in einer weiterführenden Studie betrachtet werden.

Um zusammenfassend die Forschungsfrage nach dem Zusammenhang von mathematischem Selbstkonzept und Fehlerklima am Ende der Grundschulzeit zu beantworten, kann festgehalten werden, dass ein kleiner positiver Zusammenhang zwischen den beiden Konzepten vorliegt. Dies bestätigt die eingangs formulierte Hypothese. Für Lehrkräfte bieten die Ergebnisse dieser Studie einen wichtigen Ansatzpunkt für die Gestaltung und Umsetzung von (Mathematik-)Unterricht. Insbesondere bedeutet dies: Lehrkräfte sollten sich einerseits bewusst sein, dass der Umgang mit Fehlern das mathematische Selbstkonzept der Schülerinnen und Schüler beeinflussen kann. Andererseits sollten sie auch berücksichtigen, dass die Ausprägung des mathematischen Selbstkonzeptes positive oder negative Auswirkungen auf das Fehlerklima haben kann. Ein einseitig gerichteter Zusammenhang kann aus dieser Studie jedoch nicht abgeleitet werden.

6.1 Limitationen

Diese Studie weist einige Limitationen auf, die explizit zu benennen sind und die im Folgenden aufgeführt werden. So gilt: (1) Bei der Stichprobe handelt es sich um eine Gelegenheitsstichprobe, diese umfasst eine vergleichsweise geringe Anzahl an Schülerinnen und Schülern, die von lediglich drei teilnehmenden Grundschulen stammen. Auch hierdurch ergibt sich wahrscheinlich die relativ hohe Homogenität der Schülerschaft. (2) Die Items zur Erfassung des Fehlerklimas sind ursprünglich für die sechste und siebte Jahrgangsstufe konzipiert. Es kann – auch auf Grund der fehlenden Daten – nicht ausgeschlossen werden, dass es hierdurch zu Verständnisschwierigkeiten seitens der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler gekommen ist. Bei einer erneuten Durchführung sollte die Möglichkeit einer altersgerechten Anpassung/ Umformulierung der Items erörtert werden. (3) Die alleinige Erfassung des Fehlerklimas als Facette von Unterrichtsqualität birgt die Gefahr einer mangelhaften Validität der Ergebnisse. Um ein umfassenderes und valideres Bild zu erlangen, sollten bei einer erneuten Durchführung auch Lehrkräfte, beispielsweise unter Rückgriff auf ein leifadengestütztes Interview, befragt werden. Auch eine ergänzende Beobachtung und Bewertung des Fehlerklimas im Mathematikunterricht selbst würde eine Möglichkeit zur Steigerung der Belastbarkeit der Forschungsergebnisse darstellen. (4) Die vorliegende Studie kann durch die quantitative Anlage allein deskriptiv Zusammenhänge von Selbstkonzept und Fehlerklima aufzeigen. Zum wirklichen (fachdidaktischen) Verstehen dieser Zusammenhänge könnten qualitative Daten erhoben werden, die Gründe für mögliche Zusammenhänge zwischen dem mathematischen Selbstkonzept und der Wahrnehmung des Fehlerklimas aufzeigen. Denn letztlich ist gerade dieses Verstehen für die Qualitätsentwicklung von (Mathematik-)Unterricht zentral.

Literaturverzeichnis

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy. The exercise of control*. W.H. Freeman and Company.
- Butler, R. (1989). Interest in the task and interest in peers' work competitive and noncompetitive conditions: a developmental study. *Child Development*, 60(3), 562–570.
- Cohen, J. W. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Erlbaum.
- Cooley, Ch. H. (1902). *Human Nature and the social order*. Scribner.
- Ehm, J.-H. (2014). *Akademisches Selbstkonzept im Grundschulalter. Entwicklungsanalyse dimensionaler Vergleiche und Exploration differenzieller Unterschiede*. Dissertation, Frankfurt am Main.
- Frenzel, A. C., Götz, T., & Pekrun, R. (2009). Emotionen. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 205–234). Springer.
- Hannover, B. (1997). *Das dynamische Selbst. Die Kontextabhängigkeit selbstbezogenen Wissens*. Huber.
- Harter, S. (1983). Developmental perspectives on the self-system. In P. H. Mussen (Hrsg.), *Handbook of child psychology* (S. 137–181). Wiley.
- Harter, S. (1999). *The construction of the self: A developmental perspective*. Guilford Press. <http://www.loc.gov/catdir/bios/guilford051/98056206.html>
- Hellmich, F. (2005). *Interessen, Selbstkonzepte und Kompetenzen: Untersuchungen zum Lernen von Mathematik bei Grundschulkindern*. Dissertation, Didaktisches Zentrum, Carl-von-Ossietzky-Univ.
- Krapp, A. (1997). Selbstkonzept und Leistung – Dynamik ihres Zusammenspiels: Literaturüberblick. In F. E. Weinert & A. Helmke (Hrsg.), *Entwicklung im Grundschulalter* (S. 325–339). Beltz.
- Lüdtke, O., Robitzsch, A., Trautwein, U., & Köller, O. (2007). Umgang mit fehlenden Werten in der psychologischen Forschung. Probleme und Lösungen. *Psychologische Rundschau*, 58(2), 103–117. <https://econtent.hogrefe.com/doi/pdf/10.1026/0033-3042.58.2.103>
- Markus, H. R. (1977). Self-schemata and processing information about the self. *Journal of Personality and Social Psychology*, 35, 63–78.
- Marsh, H. W., Byrne, B. M., & Shavelson, R. J. (1988). A multifaceted academic selfconcept: Its hierarchical structure and its relation to academic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 80(3), 366–380.
- Möller, J., & Trautwein, U. (2015). Selbstkonzept. In E. Wild und J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 177–199). Springer.
- Moschner, B., & Dickhäuser, O. (2018). Selbstkonzept. In D.h. Rost, J. R. Sparfeldt & S. Buch (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 750–756). Beltz.
- Niedersächsisches Kultusministerium (2017). *Kerncurriculum für die Grundschule Schuljahrgänge 1 – 4 Mathematik*. Unidruck Hannover.
- Prenzel, M., Sälzer, Ch., Klieme, E., & Köller, O. (Hrsg.). (2013). *PISA 2012. Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland*. Waxmann.
- Ruble, D. N., & Frey, K. S. (1991). Changing patterns of comparative behavior as skills are acquired: A functional model of self-evaluation. In J. Suls & T. A. Wills (Hrsg.), *Social Comparison: Contemporary Theory and Research* (S. 79–113). Lawrence Erlbaum Associates.
- Schafer, J. L. & Graham, J. W. (2002). Missing data: Our view of the state of the art. *Psychological Methods*, 7(2), 147–177.
- Seltzer, Ch., Walter, D., Walther, G., & Wendt, H. (2016). Mathematische Kompetenzen im internationalen Vergleich: Testkonzeption und Ergebnisse. In H. Wendt (Hrsg.), *TIMSS 2015. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 79–136). Waxmann.
- OECD (2013). *PISA 2012 Results: Ready to Learn. Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs (Volume III)*. OECD Publishing.
- Shavelson, R. J., Hubner, J. J., & Stanton, G. C. (1976). Self-Concept: Validation of Construct Interpretations. In *Review of Educational Research*, 46(3), 407–441.

- Spychiger, M., Oser, F., Mahler, F., & Hascher, T. (1998). *Fehlerkultur aus der Sicht von Schülerinnen und Schülern. Der Fehlerfragebogen S-UFS: Entwicklung und erste Ergebnisse*. Schriftenreihe zum Projekt «Lernen Menschen aus Fehlern?», Pädagogisches Institut der Universität Freiburg.
- Spychiger, M., Kuster, R., & Oser, F. (2006). Dimensionen von Fehlerkultur in der Schule und deren Messung. Der Schülerfragebogen zur Fehlerkultur im Unterricht für Mittel- und Oberstufe. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften* 28(1), 87–110.
- Steuer, G. (2014). *Fehlerklima in der Klasse. Zum Umgang mit Fehlern im Mathematikunterricht*. Springer.
- Tulis, M. (2010). *Individualisierung im Fach Mathematik*. Logos Verlag.
- Türling, J. M. (2014). *Die professionelle Fehlerkompetenz von (angehenden) Lehrkräften. Eine empirische Untersuchung im Rechnungswesenunterricht*. Springer VS.
- Zurbruggen, C. (2016). *Schulklasseneffekte*, Springer.