



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Diplomarbeit

„Handlungsoptionen von Schülerinnen und Schülern
im Mathematikunterricht der dritten und vierten Klasse
an Hauptschulen hinsichtlich der
Kreativitätskomponenten nach Urban“

Verfasserin

Michaela Kilian

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Philosophie (Mag. phil.)

Wien, im Oktober 2009

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A297

Studienrichtung lt. Studienblatt: Pädagogik

Betreuer: Univ.-Prof. Dr. Stefan T. Hopmann

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich versichere hiermit,

1. dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe und
2. dass ich diese Diplomarbeit bisher weder im Inland noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Wien, _____
Datum

Unterschrift

DANKSAGUNG

Am Ende des Pädagogikstudiums steht das Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit, der Diplomarbeit, die für mich eine intensive Zeit der Beschäftigung mit dem Thema der Handlungsoptionen von Schülerinnen und Schülern hinsichtlich der Kreativitätskomponenten nach Urban bedeutet hat. Ich halte den jetzigen Zeitpunkt, an dem die Arbeit nun fertiggestellt ist, für geeignet, um Rückschau zu halten und mich bei all jenen Menschen zu bedanken, die mich während meines Studiums begleitet und unterstützt haben.

Bedanken möchte ich mich bei meiner Familie und auch Freunden, die viel Verständnis aufgebracht haben wenn die gemeinsame Zeit rar geworden ist und Rücksicht genommen haben. Für ihre Unterstützung danken möchte ich auch meinen Kolleginnen und Kollegen, den Universitätsmitarbeiterinnen und -mitarbeitern und den Damen und Herren in den Bibliotheken. Vor allem möchte ich mich bei den Professorinnen und Professoren bedanken, die mir in Seminaren, Übungen und Vorlesungen die „weite Welt der Pädagogik“ näher gebracht haben. An dieser Stelle gilt mein Dank auch allen, durch deren Unterstützung die Befragung der Schülerinnen und Schüler möglich wurde und so erst die Diplomarbeit entstehen konnte.

Im Besonderen möchte ich mich bei Herrn Univ. Prof. Dr. Stefan T. Hopmann bedanken, der mir geholfen hat, die bestehende Idee in eine Diplomarbeit umzusetzen.

VORBEMERKUNGEN

1. Die vorliegende Arbeit wurde entsprechend den Regeln der neuen Rechtschreibung verfasst. Enthalten Textpassagen Originalzitate, so wurden diese in der ursprünglichen Schreibweise entsprechend den jeweils entnommenen Quellen belassen.
2. In der Arbeit sind alle personenbezogenen Bezeichnungen bewusst in Doppelschreibweise ausgeführt. Wurden Passagen aus anderen Quellen entnommen, so wurden in Originalziten die ursprüngliche Form beibehalten und für inhaltliche Zitate die Doppelschreibweise gewählt.
3. Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

ZUSAMMENFASSUNG

Aus pädagogischer Sicht wird die Bedeutung der Kreativitätserziehung auch im Hinblick auf die Persönlichkeitsentwicklung immer wieder hervorgehoben und auf die Notwendigkeit der Förderung und Entfaltung von Kreativität in der Schule hingewiesen. Für das Unterrichtsfach Mathematik wird die Schaffung von kreativitätsfördernden Handlungsräumen für die Schülerinnen und Schülern wie auch die Anregung zu kreativen Prozessen betont. Durch das Bearbeiten von geeigneten Aufgaben sollen diese Prozesse initiiert und so die Schülerinnen und Schüler zu einem Problemlösen der besonderen Art angeregt werden.

Die empirische Untersuchung soll den Blick auf die Perspektiven der Schülerinnen und Schüler lenken und will dadurch die subjektiv wahrgenommenen Handlungsoptionen hinsichtlich des Komponentenmodells der Kreativität nach URBAN beleuchten. Die Ergebnisse der Befragung von Schülerinnen und Schülern der dritten und vierten Klassen an Hauptschulen stellen sich differenziert dar, sodass wir davon ausgehen dürfen, dass aus Sicht der Schülerinnen und Schüler einige Handlungsoptionen sehr oft im Unterricht eröffnet werden, andere wiederum selten, und dass an geöffneten Aufgaben nur gelegentlich gearbeitet wird.

ABSTRACT

From a pedagogical perspective the importance of creativity in education with regard to personality development is repeatedly emphasized and the need of stimulation and development of creativity in school is pointed out. For maths, the creation of creative activity freedom and the stimulation of creative processes for students are highlighted. These processes should be initiated through appropriate tasks which are supposed to encourage problem-solving.

The empirical study aims to look at the prospects of the students and wants to focus on subjectively perceived classroom activities based on the “Component Model of Creativity” by URBAN. The results of the survey questioning of students attending the third and fourth grade of “Hauptschulen” reveal that from the students point of view we may assume that some activities very often take place in class, while others are rare, and that problem-solving tasks are only tackled occasionally.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einführung	11
2. Handlungsoptionen nach dem „Komponentenmodell der Kreativität“ von Urban	15
2.1 Begriffsbildung von Kreativität nach Urban	15
2.2 Mehrdimensionales Kreativitätsmodell nach Urban	17
2.2.1 Komponente 1: „Divergentes Denken & Handeln“	19
2.2.2 Komponente 2: „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“	19
2.2.3 Komponente 3: „Spezifische Wissensbasis & spezifische Fertigkeiten“	20
2.2.4 Komponente 4: „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“	21
2.2.5 Komponente 5: „Motive & Motivation“	21
2.2.6 Komponente 6: „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“	22
2.2.7 Bezugsdimensionen im Komponentenmodell	23
2.3 Überlegungen zur Gestaltung von kreativen Lernanlässen in der Schule ..	24
2.3.1 Fragestellungen zur Betrachtung der Komponenten des Kreativitätsmodells in der schulischen Wirklichkeit.....	26
2.4 Zusammenfassung	29
3. Das Lösen von Problemen im Unterrichtsgegenstand Mathematik	31
3.1 Der Begriff des Problemlösens	31
3.2 Grundformen des Lernens im Mathematikunterricht.....	32
3.3 Aufgabenformate zum Problemlösen im Mathematikunterricht.....	41
3.4 Zusammenfassung	57
4. Resümee und Folgerungen für die Fragestellung	58
5. Untersuchung	63
5.1 Forschungsinteresse und Fragestellung	63
5.2 Beschreibung des Untersuchungsinstruments.....	67
5.2.1 Entwicklung und Beschreibung des Fragebogens:	68
5.2.1.1 Items zum Themenbereich der Unterrichtstätigkeiten im Fach Mathematik	69
5.2.1.2 Items zum Themenbereich der Handlungsoptionen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten im Fach Mathematik	70
5.2.1.3 Items zu den demografischen Daten	72

5.2.1.4 Items zum Themenbereich der Bearbeitung offener Aufgabenstellungen im Fach Mathematik.....	72
5.2.1.5 Praetest des Fragebogens.....	74
5.3 Beschreibung der Untersuchungsgruppe und der Erhebungsdurchführung	75
5.4 Auswertung der Daten und Darlegung der Ergebnisse	76
5.4.1 Deskriptive Auswertung der demografischen Daten.....	76
5.4.2 Deskriptive Auswertung der Unterrichtstätigkeiten im Fach Mathematik	79
5.4.3 Deskriptive Auswertung der Handlungsoptionen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten im Fach Mathematik.....	82
5.4.4 Deskriptive Auswertung der Bearbeitung von geöffneten Aufgaben.....	88
5.4.5 Vergleich der Unterrichtstätigkeiten im Fach Mathematik.....	90
5.4.6 Ergebnisse der Untersuchung zu Handlungsoptionen von Schülerinnen und Schülern hinsichtlich der Kreativitätskomponenten nach URBAN im Fach Mathematik	100
5.4.7 Ergebnisse der Untersuchung zu der Bearbeitung geöffneter Aufgaben	120
5.5 Zusammenfassung und Folgerungen aufgrund der Fragestellung.....	125
6. Resümee und Ausblick	139
Literaturverzeichnis	150
Abbildungsverzeichnis	157
Tabellenverzeichnis	159

1. EINFÜHRUNG

„Was hat Mathematik mit Kreativität zu tun?“, „Mathematik ist eine lineare Wissenschaft und Kreativität ...“. Solche und ähnliche Fragen und Aussagen wurden mir immer wieder entgegengebracht als ich über mein Forschungsinteresse im Rahmen der Diplomarbeit mit Bekannten gesprochen habe. Mit der vorliegenden Arbeit habe ich es mir nicht zur Aufgabe gemacht, Zusammenhänge von Mathematik und Kreativität ausfindig zu machen, wie die ersten Ausführungen vermuten lassen könnten, sondern mein Interesse gilt dem Mathematikunterricht aus der Perspektive der Schülerinnen und Schüler, die aufgrund der nachgefragten Einschätzung von Handlungsoptionen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten nach URBAN (1991, 2004a) eingeschränkt wurde, wodurch ein sehr spezifischer Bereich des Mathematikunterrichts zum Untersuchungsgegenstand der Arbeit wird.

Viele Untersuchungsergebnisse zeigen, dass Kreativität schon in einem frühen Entwicklungsstadium des Menschen feststellbar ist. Mehrere Autoren gehen davon aus, dass Kreativität das Menschlichste darstellt und somit sich auch beim Kind von Anfang an zeigt. Beobachten kann man dies beim Erlernen der Sprache, in neuen Wortkombinationen, beim Musizieren oder Malen, beim Spielen mit Gegenständen, indem Funktionen und Kombinationen erprobt oder neuartig verwendet werden, sowie beim Entdecken und Anwenden alternativer Verhaltensweisen, wodurch das Kind seine Vorstellung über Welt und Leben ausformt (vgl. SERVE 1994, S. 105). Besonders beeinflusst wird die Kreativitätsentwicklung beim Kind durch das Spiel, da dieses kreativitäts- und phantasieanregend wirkt (vgl. SMOLEY 1983, S. 86). Der kreative Umgang mit Dingen der Umwelt geschieht sehr oft lustvoll und es lassen sich Verhaltensweisen beobachten, die das Kind zuvor noch nie gezeigt hat. Gerade durch Verwendung eines internalen bzw. intraindividuellen Bezugssystems wie dies auch ULMANN (1970) vorschlägt, können Ideen bzw. Verhaltensweisen, die ein Individuum zuvor noch nie selbständig gedacht oder gezeigt hat, als kreativ bezeichnet werden (vgl. ULMANN 1970², S. 121). Folgt man dieser Sichtweise, so führt dies zu der Auffassung, dass prinzipiell alle Menschen zu kreativen

Produktionen fähig sind. Im Erziehungszusammenhang stellt sich aus dieser Auffassung heraus die Frage, welche Möglichkeiten an Förderung und Entfaltung von Kreativität bestehen. SMOLEY (1983) trägt an das heutige „Erziehungssystem“ die Forderung heran, nach ebensolchen Möglichkeiten zu suchen, damit Kinder und Jugendliche im Erbringen von kreativen Leistungen unterstützt werden, um so Umwelt und Zukunft mitzugestalten wie auch zu ihrer Selbstverwirklichung beizutragen. Damit stellt er Kreativitätserziehung auch in den Zusammenhang mit Persönlichkeitsentwicklung (vgl. SMOLEY 1983, S. 36).

Auch FRISCHL (1992a,b), er ist Autor des Grundsatzerlasses zur ganzheitlich-kreativen Erziehung in den österreichischen Schulen, geht von Kreativität als Grundfähigkeit des Menschen aus. Da Schule „den gesetzlichen Auftrag“ hat, „die Entfaltung der Anlagen, Fähigkeiten und Begabungen der Jugend sicherzustellen“ (FRISCHL 1992a, S. 8), ist es für die Schule Auftrag und Ziel, in allen Gegenständen aller Schularten eine „ganzheitlich-kreative Erziehung“ anzustreben, die sich an den „Anlagen und Möglichkeiten der Schülerinnen und Schülern orientieren“ (FRISCHL 1992b, S. 18) soll. In dem Erlass (Zl. 10.077/23 – Präs 20a/90 vom 7. Sep. 1990) werden Ziele, Methodenüberlegungen wie auch Durchführungshinweise ausgeführt. Dies geschieht mit dem Verweis, dass alle diese Überlegungen als ein „Angebot zur Orientierung und möglichen Umsetzung“ verstanden werden, um den „Prozeß einer ständigen Schulentwicklung – getragen von der Praxis in den Schulen – immer wieder und in allen Schularten initiieren zu helfen“ (a.a.O., S. 22). Der durch den Erlass angestrebte Anstoß einer inneren Schulreform soll einen Beitrag zur Förderung von Kreativität leisten, die auch als Bildungsziel beschrieben wird. Für die schulische Kreativitätserziehung arbeitet SMOLEY (1983) die Bedeutung von kreativitätsorientierter Lernmotivation, die kreative Lehrerpersönlichkeit, kreatives Lernen sowie eine Reihe didaktischer Prinzipien heraus. URBAN (2004a) führt aus, dass gerade Kreativitätserziehung immer wieder für Schule und Unterricht als wichtig angeführt wird, Kreativität aber in der konkreten Umsetzung selten erreicht wird. Gründe dafür liegen für ihn auf mehreren Ebenen und unter anderem auch darin, dass Kreativität mit dem Infrage-Stellen bzw. durch das Fragenstellen Verunsicherung bedeuten kann und so zu Abwehrhaltungen führt, welche deren Umsetzung einschränken können. Er führte auch Befragungen von Lehrerinnen und Lehrern durch, die zeigen, dass

Kreativitätsförderung unter vorgegebenen Erziehungszielen nach „Selbständigkeit“ und „Toleranz“ als Drittes gereiht wird und Ziele wie „Ordnung“ oder „Fleiß“ an 13. bzw. 14. Platzierung von 15 möglichen rangieren (vgl. URBAN 2004a, S. 69 – 93). Aus diesen Ausführungen wird offensichtlich, dass Lehrerinnen und Lehrern Kreativität als Erziehungsziel wichtig ist, Kreativität als Bildungsziel gesehen wird, aber, wie URBAN (2004a) meint, Kreativitätsförderung im Unterricht, in der konkreten Situation, Einschränkungen erfährt. Für ihn ist es wesentlich, dass die Schülerinnen und Schüler Handlungsspielräume vorfinden, damit sie ihre Kreativität entfalten können. URBAN (1999, 2004a) formuliert Fragen zu seinem „Komponentenmodell der Kreativität“, wodurch kreativitätsfördernde Handlungsräume im Unterricht erfasst werden können. Kreativität beschreibt er als ein Verhältnis von Person, Prozess, Produkt und Umwelt, die einander beeinflussen aber auch bedingen, wodurch Kreativität in verschiedenen Ausprägungen erfahrbar wird und daher auch aus verschiedenen Perspektiven beschreibbar ist (vgl. URBAN 2004a, S. 32f und S. 100 – 104). Für die Schülerinnen und Schüler ist die von ihnen erlebte Unterrichtsrealität die, worauf ihr Lernen fußt, und daher sind auch die von ihnen wahrgenommenen Handlungsoptionen für ihre Kreativitätsentfaltung bedeutsam. Die besondere Bedeutung der Reflexion des gemeinsamen Handelns im Mathematikunterricht unterstreicht auch JAHNKE (2004). Aus seiner Sicht kann ein Austausch über das gemeinsame Handeln im Unterricht zum Ausgangspunkt für die Weiterentwicklung von „Lehr-Lern-Prozessen“ werden und auch dazu beitragen um Missverständnisse abzubauen. Weiters führt er aus, dass das Thematisieren des gemeinsamen Handelns im Unterricht „eine ganz elementare Grundlage von Lehren, Lernen und Bildung“ (JAHNKE 2004, S. 6) ist, weshalb in der vorliegenden Arbeit der Fokus auf die Handlungsoptionen aus Schülerinnen- und Schülerperspektive hinsichtlich des Kreativitätsmodells nach URBAN (1991, 2004a) gerichtet wird.

SMOLEY (1983) geht von einer gegenstandsspezifischen Ausrichtung der Kreativitätserziehung im schulischen Bereich aus und stellt daher auch gezielte Überlegungen zur Kreativitätsförderung in einzelnen Gegenständen an. Für den Mathematikunterricht werden besonders die Problemlöseprozesse, die durch gestellte Problemlöseaufgaben initiiert werden sollen, als diejenigen beschrieben,

die im Speziellen im Fach Mathematik kreative Prozesse anregen können (vgl. BÜCHTER/LEUDERS 2005, SMOLEY 1983, ZECH 2002¹⁰). Aus fachdidaktischer Sicht gibt es zahlreiche Überlegungen, welche Methoden und Aufgabenarten für die Kreativitätsförderung im Mathematikunterricht fruchtbar gemacht werden können. Da sich die vorliegende Arbeit auf die Handlungsoptionen im Mathematikunterricht bezieht, und für den Mathematikunterricht die Bedeutung von Aufgaben hervorgehoben wird, werden die verschiedenen Aufgabenformate, die geeignet scheinen, kreative Prozesse in Gang zu setzen, auch in die Untersuchung miteinbezogen.

Ausgehend von den Überlegungen URBANS und seiner ganzheitlichen Sicht von Kreativität, wird im Kapitel 2 auf Handlungsoptionen von Schülerinnen und Schülern im Unterricht eingegangen. Dazu wird auch das von URBAN (1991, 2004a) entworfene „Komponentenmodell der Kreativität“ vorgestellt, auf die Bezugsdimensionen des Modells eingegangen und Überlegungen zur Gestaltung von kreativen Lernanlässen in der Schule ausgeführt. Im Kapitel 3 wird auf die Grundformen des Lernens im Mathematikunterricht eingegangen und im Speziellen das Problemlösen und das Stellen von geeigneten Aufgaben dazu ausgeführt. Das folgende Kapitel fasst die theoretischen Ausführungen zusammen und führt Folgerungen für die Fragestellung aus. Die Beschreibung der Untersuchung und die Darlegung der Ergebnisse erfolgen im Kapitel 5. Resümee und Ausblick beschließen die Arbeit.

2. HANDLUNGSOPTIONEN NACH DEM „KOMponentENMODELL DER KREATIVITÄT“ VON URBAN

2.1 BEGRIFFSBILDUNG VON KREATIVITÄT NACH URBAN

URBAN (2004a) fasst den Begriff Kreativität aus einer ganzheitlichen Sicht heraus. Das komplexe Konstrukt der Kreativität weist zwischen den beschreibbaren Faktoren und Komponenten Zusammenhänge auf. Einzelne Komponenten werden durch Subkomponenten weiter konkretisiert, sie beeinflussen einander, überlappen sich teilweise und bedingen einander. Kreativität wird aus seiner Sicht heraus als Interaktion zwischen dem Prozess, dem Problem, dem Produkt, der Person und der Umwelt begriffen. Die Umweltfaktoren können näher bestimmt werden, wodurch die Bedeutung des historischen Hintergrundes, neben gesellschaftlichen, kulturellen, politischen wie auch lokaler, sozialer oder sozio-ökonomischer Faktoren erkennbar wird. Aus diesem Verständnis heraus formuliert URBAN (2004a) eine „eher kognitiv orientierte Definition“ (URBAN 2004a, S. 34) von Kreativität, die er in Abschnitten ausführt. Kreativität definiert er als eine „Fähigkeit, ein neues, ungewöhnliches und überraschendes Produkt als Lösung eines sensitiv wahrgenommenen oder gegebenen Problems, dessen Implikationen sensitiv wahrgenommen werden, zu schaffen“ (ebd.). In diesem ersten Abschnitt verweist URBAN (2004a) bereits auf das Zusammenwirken von Person, Problem, Prozess und Produkt. Im Folgenden beschreibt er Vorgänge im Prozess, der auch von persönlichkeitspezifischen Merkmalen geprägt wird, näher. Zuerst bedarf es "einer sensiblen und breit umfassenden Wahrnehmung vorhandener und offener sowie gezielt gesuchter Informationen und erarbeiteter bereichsspezifischer (Experten-) Kenntnisse“ (ebd.), die im Anschluss „durch Analyse, durch lösungsgerichtete, aber hochflexible Verarbeitung, ungewöhnliche Assoziationen und neuartige Umstrukturierungen, Reformulierungen oder Kombinationen dieser Informationen und Kenntnisse sowie mit Daten aus der (praktischen) Erfahrung oder mit imaginierten Elementen“ (ebd.) weiterbearbeitet bzw. verknüpft werden. Dabei laufen diese Prozesse keineswegs linear ab. Vielmehr dürfen wir davon ausgehen, dass sie ineinander greifen und im Lösungsprozess durchaus auch neue Fragen aufgeworfen werden, die wiederum zur Suche nach neuen

Informationen usw. führen. Die Ausführungen dieses Abschnitts verdeutlichen auch, dass URBAN neben dem divergenten Denken sowohl das assoziative wie auch das konvergente Denken als kreativitätsbeeinflussend sieht. In früheren Forschungsansätzen wurde die Bedeutung der divergenten wie auch konvergenten Produktion für das kreative Denken herausgearbeitet (vgl. GUILFORD 1970, S. 153). Unter konvergenter Produktion wird das Finden einer Lösung verstanden, die das Problem klar und vollständig beantwortet. Hingegen führt divergentes Denken zu mehreren Lösungsvarianten eines Problems. Im darauffolgenden Definitionsabschnitt verweist URBAN (2004a) auf den Zusammenhang von Prozess und Produkt, indem er formuliert, dass „durch Synthetisierung, Strukturierung und Komposition dieser Daten, Elemente und Strukturen zu einer neuen Lösungsgestalt“ zusammengefügt werden, „wobei die Prozesse [...] auch simultan und parallel und auf verschiedenen Verarbeitungs- und Bewusstheitsebenen ablaufen können“ (URBAN 2004a, S. 34). Wenngleich der Prozess mehr oder weniger bewusst abläuft, so ist doch die Orientierung auf eine neue Lösungsgestalt in dieser Definition enthalten. Wie die Lösungsgestalt sich zeigt wird wieder bewusst offen beschrieben. Sie kann „als Produkt bzw. in einem Produkt, in welcher Form auch immer, realisiert und elaboriert“ (ebd.) werden.

Im letzten Abschnitt der Definition erschließt URBAN (2004a) die Bedeutung der Kommunikation im kreativen Prozess, da das erdachte bzw. geschaffene Produkt „schließlich durch Kommunikation oder Mitteilung von anderen sinn(en)haft und als sinn-voll erfahren/erfasst werden kann“ (ebd.). Durch das Kommunizieren des Lösungsgehaltes kann das Geschaffene erst gewürdigt und anerkannt werden. Gleichzeitig eröffnet es auch die Möglichkeit der Bewertung, die anhand von Kriterien erfolgt. Als gesellschaftliche Kriterien für ein als kreativ eingeschätztes Produkt werden „Neuheit“, „Nutzbarkeit“ oder auch „Brauchbarkeit“ angeführt (vgl. a.a.O., S.35 und ULMANN 1970², S. 31f). Allerdings wird „Neuheit“ auch als individuelles Bewertungskriterium herangezogen, da ein Produkt auch aus der Perspektive auf das Individuum als neu zu sehen ist, obwohl es im gesellschaftlichen Bezug nicht mehr als neu einzustufen wäre. Somit kann ein Produkt als neu für das Individuum angesehen werden. Ob ein Produkt als kreativ eingestuft wird, hängt immer vom Bezugsrahmen ab innerhalb dessen es betrachtet wird. (vgl. LANDAU 1971², S. 10f).

2.2 MEHRDIMENSIONALES KREATIVITÄTSMODELL NACH URBAN

In den folgenden Ausführungen soll auf das von URBAN (1991, 2004a) veröffentlichte „Komponentenmodell der Kreativität“ eingegangen werden. Dazu werden auch seine Sichtweisen, die er in mehreren Veröffentlichungen darlegt, herangezogen. Durch die Zusammenschau der Ausführungen aus den verschiedenen Quellen soll eine möglichst detaillierte Beschreibung der einzelnen Komponenten und deren Beziehungen entstehen.

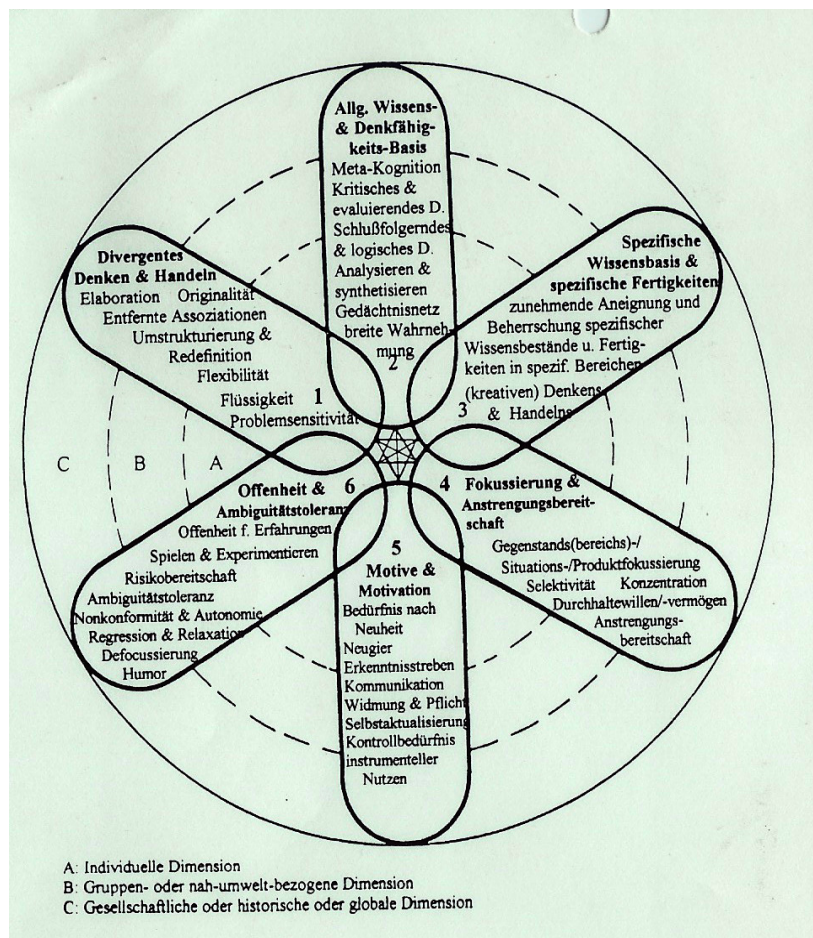


Abbildung 1: „URBANS Komponentenmodell der Kreativität“ (URBAN 2004a, S. 48)

URBAN (1991, 2004a) berücksichtigt in seinem Modell kognitive wie auch personale Aspekte, da er davon ausgeht, dass „Kreativität nicht einseitig nur unter kognitivem Aspekt, ebenso wenig aber einseitig nur unter persönlichkeits-theoretischem Aspekt zufriedenstellend betrachtet werden kann“ (URBAN 1991, S. 13). Er folgt in seinen Überlegungen zur Erstellung seines

Modells NECKA (1986b), da er davon ausgeht, dass nicht nur eine einzige Formel oder ein einfaches Modell gefunden werden kann, um den kreativen Akt oder Eigenschaften von kreativen Menschen zu beschreiben bzw. einzuordnen (vgl. URBAN 1991, S. 13 nach NECKA 1986b). Weiters fließen grundlegende Überlegungen von STERNBERG (1988) und AMABILE (1983) in das Modell von URBAN (1991, 2004a) mit ein. URBAN (1993) führt drei interagierende Aspekte an: „intellektuelle Merkmale mit Bezug zur Kreativität“, „Funktionen des intellektuellen Stiles als Selbstbestimmung geistiger Operationen“ und „Persönlichkeitsmerkmale, die in hohem Maße zu kreativer Leistung beitragen wie z. B. hohe Ambiguitätstoleranz und die Bereitschaft, Hindernisse zu überwinden“ (URBAN 1993, S. 173 nach STERNBERG 1988). Aus den Überlegungen von AMABILE (1983) hebt URBAN (1993) die drei interagierenden Hauptkomponenten „(1) bereichsrelevante Fertigkeiten, (2) kreativitätsrelevante Fertigkeiten und (3) Aufgabenmotivation“ (ebd. nach AMABILE 1983) hervor. Beeinflusst werden diese sowohl von internen wie auch externen Faktoren, sodass von der gegenseitigen Beeinflussung von „persönlichen Charakteristika“, „kognitiver Fähigkeiten“ und der „sozialen Umwelt“ gesprochen werden kann (vgl. ebd.). Basierend auf diesen Erkenntnissen strebt URBAN (1991) ein umfassendes Modell an, in dem Prozesse und Komponenten des kognitiven wie auch des personalen Bereiches benannt werden. Er gliedert sein Modell in sechs einander überlappende Komponenten. Jeweils drei Komponenten des Modells beziehen sich auf kognitive bzw. personale Aspekte. Dem kognitiven Aspekt ordnet er die Komponenten „Divergentes Denken & Handeln“, „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeitsbasis“ sowie „Spezifische Wissensbasis & spezif. Fertigkeiten“ (URBAN 1991, S. 14) zu. Die Komponenten „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“, „Motive und Motivation“ und „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“ (URBAN 2004a, S. 48) beziehen sich auf den personalen Aspekt von Kreativität. URBAN führt aus, dass die sechs Komponenten und ihre Subkomponenten in „je unterschiedlichen Kombinationen“ als „funktionales System“ (URBAN 2004a, S. 47) im kreativen Prozess wirken. Ebenso kann keine Komponente für sich allein als Erklärung für den kreativen Prozess herangezogen werden. Auch das Ausmaß, in dem die einzelnen Komponenten interagieren, variiert (vgl. a.a.O., S. 49). Weiters hebt er „die Balance der Gegensätze oder die Dialektik im kreativen Prozeß“ (URBAN 1993, S. 167) hervor. Das bereits angesprochene „funktionale System“ (URBAN 2004a, S.

47) baut sich selbst auf. Dabei wirkt jede Komponente und Subkomponente beeinflussend auf das System und URBAN (2004a) streicht heraus, dass diese Komponenten eine spezifische, „interdependente, funktional adäquate Rolle auf einer bestimmten Stufe, auf einem bestimmten Niveau, in einer bestimmten Situation“ (URBAN 2004a, S. 49) spielen.

2.2.1 Komponente 1: „Divergentes Denken & Handeln“ (URBAN 2004a, S. 48)

In dieser Komponente sind verschiedene Fähigkeiten und Prozesse zusammengefasst, die für den kreativen Prozess wesentlich sind. Dazu zählen: „Elaboration, Originalität, entfernte Assoziationen, Umstrukturierung & Redefinition, Flexibilität, Flüssigkeit und Problemsensitivität“ (URBAN 2004a, S. 48). Ihre Wirksamkeit hinsichtlich des kreativen Prozesses entfalten sie aber erst durch das Zusammenspiel und im Zusammenhang mit den anderen Komponenten. So können z. B. Umstrukturierungen erst sinnvoll elaboriert werden, nachdem sie einer eingehenden Analyse unterzogen und auch ihre Brauchbarkeit untersucht wurde. Flexibilität wie auch Flüssigkeit im Denken benötigen eine breite Wahrnehmung als Basis damit sie sich entfalten können. Die Fähigkeit einer breiten Wahrnehmung ordnet URBAN (2004a) wiederum der zweiten Komponente des Modells zu (vgl. a.a.O., S. 49). Dies ist ein Beispiel für das Zusammenwirken der einzelnen Subkomponenten innerhalb einer Hauptkomponente wie auch für die Interdependenz zwischen den Subkomponenten verschiedener Hauptkomponenten. Die Bedeutung der Überschneidungen hebt URBAN (2004a) auch in seinem Modell durch die grafisch umgesetzten Überlappungen der einzelnen Felder sowie durch die Verbindungsstrecken hervor.

2.2.2 Komponente 2: „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“ (URBAN 2004a, S. 48)

In dieser Komponente fasst URBAN (2004a) „Meta-Kognition, kritisches & evaluierendes Denken, schlussfolgerndes & logisches Denken, analysieren & synthetisieren, Gedächtnisnetz“ und „breite Wahrnehmung“ (URBAN 2004a, S. 48)

zusammen. Eine tiefe Wahrnehmungsfähigkeit und ein breites allgemeines Wissen sind für ihn Voraussetzungen um z. B. ungewöhnliche Assoziationen herstellen zu können. Aber zum Hervorbringen kreativer Ideen genügt eine allgemeine Wissensbasis alleine nicht, sondern es müssen bereichsspezifisches Wissen wie auch Kompetenzen hinzukommen (vgl. URBAN 2004a, S. 49).

2.2.3 Komponente 3: „Spezifische Wissensbasis & spezifische Fertigkeiten“ (URBAN 2004a, S. 48)

Die in dieser Komponente vereinten Fertigkeiten und das spezifische Wissen über einen Bereich sieht URBAN (2004a) als ein „aufgabenrelevantes Vorwissen“, ohne welches Einsichten eher unwahrscheinlich sind. Denn Einsichten sind davon abhängig, „ob die für eine gegebene Aufgabe notwendigen, nutzbaren und nützlichen Wissensrepräsentationen vorhanden, verfügbar und integrierbar sind“ (URBAN 2004a, S. 49). In seiner Ausführung bezüglich der grundlegenden Bedeutung bereichsrelevanter Fertigkeiten stützt er sich auf Erkenntnisse von BROWN (1989) und AMABILE (1983). HAYES (1989) hebt besonders die jahrelange Beschäftigung mit einem Bereich als Grundlage für das Schaffen kreativer Arbeiten hervor. Er verweist darauf, dass eine Einarbeitung in ein Gebiet und die Vorbereitung über Jahre hinweg wesentlich sind (vgl. ebd. nach HAYES 1989, S. 145). Auch GARDNER (2002), der sich mit herausragenden kreativen Leistungen beschäftigt und dazu das Leben von besonders kreativen Menschen hinsichtlich der Entwicklung ihrer Kreativität untersucht, spricht von einer zehnjährigen intensiven Beschäftigung mit einem Bereich als Grundlage für die Entstehung herausragender Leistungen (vgl. GARDNER 2002, S. 146). URBAN (2004a) spezifiziert diese Komponente nicht durch Aufzählung von Subkomponenten, sondern beschreibt die Komponente drei als „zunehmende Aneignung und Beherrschung spezifischer Wissensbestände u. Fertigkeiten in spezif. Bereichen (kreativen) Denkens & Handelns“ (URBAN 2004a, S. 48).

2.2.4 Komponente 4: „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“ (Urban 2004a, S. 48)

„Gegenstandsfokussierung, Situationsfokussierung, Produktfokussierung, Selektivität, Konzentration, Durchhaltewillen wie auch Durchhaltevermögen und auch Anstrengungsbereitschaft“ (URBAN 2004a, S. 48) kennzeichnen diese Komponente. Durch die in den Subkomponenten vorliegenden Fähigkeiten wird es dem Individuum erst möglich, wie vorangegangen beschrieben, sich spezifische Kenntnisse und Fertigkeiten in umfassendem und vertieftem Ausmaß anzueignen. Die Fähigkeit zur Selektion und Konzentration ist entscheidend, wenn im Prozess der Klärung eines erkannten Problems verschiedene Inhalte betrachtet und Daten erhoben werden, um dieses zu analysieren, zu bearbeiten, auszuwerten und Beziehungen herzustellen. Dies geschieht während des Prozesses in unterschiedlicher Intensität an Fokussierung und erfordert vom Individuum eine hohe Anstrengungsbereitschaft. Die Bereitschaft dazu wird begründet durch die entsprechende Motivation zur Problemlösung (vgl. a.a.O., S. 49). Hier zeigt sich wieder das von URBAN (2004a) hervorgehobene Zusammenspiel der einzelnen Komponenten seines Modells.

2.2.5 Komponente 5: „Motive & Motivation“ (URBAN 2004a, S. 48)

„Bedürfnis nach Neuheit, Neugier, Erkenntnisstreben, Kommunikation, Widmung & Pflicht, Selbstaktualisierung, Kontrollbedürfnis und instrumenteller Nutzen“ (URBAN 2004a, S. 48) werden von URBAN als Subkomponenten genannt. Deutlich streicht er die Bedeutung der intrinsischen Motivation im Prozess hervor. Er geht auf Forschungsergebnisse von AMABILE (1983) ein, die die Entstehung von intrinsischer Motivation mit den „intrinsischen Eigenschaften der Aufgabe“ (ebd. nach AMABILE 1983) verknüpft. Trotzdem können Einflüsse von Außen wie z. B. Lob, das Wissen um Evaluation oder auch fehlende Wahlmöglichkeiten die kreative Produktion mitbestimmen (vgl. URBAN 2004a, S. 49f). HAYES (1989), der sich um die Feststellung von Unterschieden zwischen kreativen und nicht-kreativen Menschen bemüht, geht davon aus, dass der Unterschied von Kreativität nicht in rein kognitiven Variablen zu suchen ist, sondern in der voneinander

abweichenden Motivation begründet ist, die ihrerseits die kognitiven Variablen beeinflussen. So entstehen zum Beispiel „durch die unterschiedliche Intensität der Aneignung und den Umfang von notwendigem Wissen und Fertigkeiten“ (URBAN 2004a, S. 50 nach HAYES 1989) Unterschiede im kognitiven Bereich, die sich wiederum als erkennbare Unterschiede von kreativen und nicht-kreativen Menschen zeigen (vgl. a.a.O., S. 50). Motivation kann aber nicht in einem starren Gefüge von Motiven gedacht werden und URBAN (2004a) nimmt diese nach NECKA (1986a,b) als dynamisch und veränderbar an. Allerdings beeinflusst das „Maß an Intrinsität der Motivation“ (ebd. nach NECKA 1986a,b) die kreative Leistung.

2.2.6 Komponente 6: „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“ (URBAN 2004a, S. 48)

Diese Komponente mit den Elementen „Offenheit für Erfahrungen, Spielen & Experimentieren, Risikobereitschaft, Ambiguitätstoleranz, Nonkonformität & Autonomie, Regression & Relaxation, Defocussierung, Humor“ (URBAN 2004a, S. 50). kann als Opposition zur Komponente „Focussierung & Anstrengungsbereitschaft“ gesehen werden. Aber gerade der dialektische Zusammenhang der beiden Komponenten ist für das Zustandekommen kreativer Leistungen von grundlegender Bedeutung. Denn die Fähigkeit, zwischen Fokussierung und Defokussierung, zwischen intensiver Aktivität und Entspannung zu wechseln, zeichnet nach LESGOLD (1989) kreative Menschen aus. Wichtig sind aber auch die Bereitschaft, denkerisches Risiko einzugehen, Nonkonformismus, das Ertragen von Unsicherheit und die Fähigkeit, Abstand zu halten (vgl. ebd. nach LESGOLD 1989).

Die angeführten sechs Komponenten und deren Subkomponenten wirken einerseits zusammen und stehen andererseits auch zueinander in Opposition wie dies im Verhältnis der Komponenten „Divergentes Denken & Handeln“ zur „Allgemeinen Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“ bzw. zwischen der Letztgenannten und der Komponente „Spezifische Wissensbasis & spezifische Fertigkeiten“ wie auch zwischen den Komponenten „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“ und „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“ (URBAN 2004a, S. 48) deutlich wird. Aus dem Zusammenwirken der einzelnen Subkomponenten

ergibt sich eine Vielzahl an Interdependenzen von denen URBAN (1991) eine davon, ausgehend vom divergenten Denken, beschreibt: „Divergentes Denken muß sich gründen auf einer breiten Wahrnehmungs- und Wissensbasis und wird in einem bestimmten Handlungsfeld (z.B. Musik) nicht zu kreativer Exzellenz führen, wenn keine hohe Kompetenz in diesem speziellen Feld vorhanden ist. Diese wiederum kann nur angeeignet werden mithilfe bereichsspezifischer Anstrengungsbereitschaft, starker Motivation und Ambiguitätstoleranz. Kreativität und der kreative Prozeß bzw. der Grad oder das Niveau der Kreativität werden nicht allein definiert durch die prozessualen und komponentiellen Charakteristika, sondern durch das schöpferische Produkt und die Qualität seiner neu(artig)en Gestalt“ (vgl. URBAN 1991, S. 15).

URBAN arbeitet in seiner grafischen Darstellung des Komponentenmodells aus dem Jahr 2004 im Vergleich zum Jahr 1991 die Bedeutung der Zusammenhänge zwischen den Komponenten 1 und 4, 2 und 5, sowie 3 und 6 heraus, indem er Verbindungsstrecken zwischen diesen Komponenten in das Modell einfügt. Die Komponente „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“ erweitert er durch die Subkomponenten „Spielen & Experimentieren“, „Defocussierung“ und „Ambiguitätstoleranz“ (URBAN 2004a, S. 48). Die Subkomponenten „Meta-Kognition“ fügt er zur Komponente „Allg. Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“ hinzu und entfernt „Bisoziation“ aus der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“ (ebd.).

2.2.7 Bezugsdimensionen im Komponentenmodell

Zusätzlich zu den einander beeinflussenden Komponenten und Prozessen der einzelnen Subkomponenten sieht URBAN (1991) drei Bedingungs- und Wirkvariablen im kreativen Prozess. Dies sind die „Individuelle Dimension“, die „Gruppen- oder nah-umwelt-bezogene Dimension“ und die „Gesellschaftliche oder historische Dimension“ (URBAN 1991, S. 13). Alle drei Dimensionen nehmen Einfluss auf die einzelnen Komponenten des Modells. Gleichzeitig sind sie auch Bezugsdimensionen um die Qualität eines kreativen Produktes einzuschätzen. URBAN (2004a) setzt die drei Dimensionen in Bezug zum Kriterium „Neuheit“. Die

„Neuheit“ eines Produktes wird von vielen Autoren, wie z. B. von LANDAU (1971), als ein wesentliches Merkmal von Kreativität gesehen (vgl. LANDAU 1971², S. 81). Aus URBANS Ausführungen lässt sich entnehmen, dass er davon ausgeht, dass das Kriterium „Neuheit“ auch in der Hinsicht auf das einzelne Individuum, auf die Gruppendimension bzw. auf die gesellschaftlich-historische Dimension gesehen werden muss (vgl. URBAN 2004a, S. 50). Spricht man jedoch über kindliche Kreativität, so kann „Neuheit“ nur auf der individuellen Referenzebene betrachtet werden (vgl. URBAN 1999, S. 122). URBAN (2004a) betont, dass nicht nur „Neuheit“ hinsichtlich der drei Dimensionen zu betrachten ist, sondern dass dies auch in gleicher Weise für die Entwicklung von Kreativität gilt, da diese von den „Wirkvariablen der engeren und weiteren Umwelt“ (URBAN 2004a, S. 72) beeinflusst wird.

Als weitere beeinflussende Faktoren für die „komponentiellen Strukturen oder unterschiedlichen ‘Kreativitäten’“ (URBAN 1991, S. 15) führt URBAN die „Art des Problems“, die „Stufe oder Phase des kreativen Prozesses“, die „Art des Prozesses in Abhängigkeit vom Problem“, die „Art des Prozesses in Bezug auf die Art der angestrebten Lösung“ und die „jeweiligen Bedingungen der Mikro- bzw. der Makro-Umwelt“ (ebd.) an. Die hier angeführten Aufzählungen sollen nochmals aufzeigen, dass URBAN (1991) Kreativität keineswegs als „bedingungslose Disposition oder Qualität menschlichen Verhaltens“ (a.a.O., S. 16) sieht. Vielmehr sieht er Kreativität einerseits in einem Interaktionszusammenhang von Person, Problem, Prozess, Produkt und Umwelt, den er in einem „4 P-U-Modell“ (a.a.O, S. 12) zusammenfasst.

2.3 ÜBERLEGUNGEN ZUR GESTALTUNG VON KREATIVEN LERNANLÄSSEN IN DER SCHULE

Die Vielzahl an Begründungen, warum Kreativität in der Schule beachtet und für die Erziehung fruchtbar gemacht werden soll, teilt URBAN (2000) in drei Positionen ein. Eine davon fasst jene Ansätze zusammen, die besonders die „gesellschaftliche Relevanz von Kreativität als Innovations- und Fortschrittspotential“ (URBAN 2000, S. 118) betonen. „Kreativität und kreatives Handeln als individuelle Kompetenz und als Möglichkeit der Selbstwerdung des

einzelnen Individuums“ (URBAN 2000, S. 118) kann als eine weitere Position beschrieben werden. Beide Positionen werden vereint in der Dritten, die „eine sozialisationsorientierte Kreativitätserziehung, die die Dialektik der Beziehungen von Individuum und Gesellschaft oder, anders gesagt, die Einheit der Entwicklung von personaler und sozialer Identität berücksichtigt“ (ebd.). URBAN (2000) plädiert für die dritte Position, da sie aus „pädagogischer Sicht am ehesten vertretbar und begründbar scheint“ (ebd.). Dazu zieht er die Ausführungen von LANDAU (1999) heran, die davon überzeugt ist, dass es gelingen kann, mit Hilfe von Kreativität Menschen „auf das Leben vorzubereiten“ (LANDAU 1999, S. 9). Daher, fasst URBAN (2000) zusammen, ist „Kreativität als höchste Stufe seelischer Gesundheit“ (URBAN 2000, S. 119) und als Ausdruck zwischenmenschlicher Beziehungen, Ziel von Erziehung. Die Verwirklichung der kreativen Fähigkeiten des Individuums wird von dessen Umwelt beeinflusst (vgl. ebd.).

URBAN (2004b) tritt dafür ein, im Unterricht die kreative Kraft, die jeder in sich trägt, zu fördern. Dazu sollen Fragerlust, Neugier und auch Experimentierfreudigkeit der Kinder nicht nur erhalten sondern auch in einem angemessenen Ausmaß angeregt und gefördert werden. Jede Schülerin, jeder Schüler soll darin unterstützt werden. Explizit führt er an, dass dieses Verhalten nicht verschüttet werden darf (vgl. URBAN K 2004b, S. 34).

Er fordert, dass das Bemühen, kreativitätsfördernde Bedingungen zu schaffen, alle Bereiche der pädagogischen Arbeit durchdringen muss und dass eine Beschränkung auf wenige ausgewählte Stunden nicht ausreicht. Den Schülerinnen und Schülern sollen Handlungsspielräume eröffnet werden, in denen das Unerwartete Platz hat (vgl. ebd.). EGGER (1996) geht noch weiter, indem er für eine Schule plädiert, die „das Unerwartete zum Zentrum neuer Handlungsspielräume macht“ (EGGER 1996, S. 22). Zu beachten ist auch, dass kreative Leistungen nicht trainiert werden können (vgl. URBAN 2004b, S. 34). URBAN (1999) führt Studien und Überlegungen an, inwieweit formale Erziehung kreative Höchstleistungen beeinflusst. Er stützt sich dabei auf Untersuchungen von SIMONTON (1976), der den Zusammenhang von Unterricht und der Wahrscheinlichkeit des Erbringens von kreativen Höchstleistungen als eine umgekehrte U-Kurve beschreibt, wodurch zum Ausdruck kommen soll, dass

formales Training die Wahrscheinlichkeit des Erbringens kreativer Höchstleistungen nur bis zu einem bestimmten Punkt erhöht. Gleichzeitig kann ein überhöhtes Maß an Training durch die Überbetonung traditioneller Perspektiven das Erreichen von kreativen Höchstleistungen einschränken. Dies führt zur Frage nach dem Ausmaß an formaler Erziehung, die mit der Empfehlung für ein „moderates Ausmaß“ bis zum „Bachelors-Grad“ beantwortet wird. Trotzdem soll formale Erziehung, da sie als Voraussetzung für kreative Höchstleistungen angesehen wird, in der Schule stattfinden (vgl. URBAN 1999, S. 110f nach SIMONTON 1976). Allerdings kann, wie URBAN (1999) ausführt, formale Erziehung heute nicht mehr pauschaliert betrachtet werden, weil sie sich über die Jahre hinweg verändert hat (vgl. URBAN 1999, S. 110f).

URBAN (2004b) trägt eine weitere Forderung an die Schule heran, indem er ausführt, dass nur in einer Schule, in der es gelingt, den Widerspruch einer geplanten Unterrichtsgestaltung und einer unplanbaren Neuschöpfung auszuhalten, zu unterstützen bzw. diese sogar imstande ist den Widerspruch aufzulösen, neue Bedeutungen geschaffen bzw. eine Wirklichkeit neu konstruiert werden kann. Gelingt dies, so sieht URBAN (2004b) darin einen Ausdruck von Kreativität. Er sieht Kreativität für die Schule als dynamische Gestaltungskraft, die aber die Dualität von Gefährdung und Hoffnung für diese in sich vereint (vgl. URBAN 2004b, S. 34).

2.3.1 Fragestellungen zur Betrachtung der Komponenten des Kreativitätsmodells in der schulischen Wirklichkeit

URBAN (1999, 2004a) formuliert zu seinem „Komponentenmodell der Kreativität“ Fragen, die sich auf Unterricht, Lernen, Prozess und Organisation beziehen und die eine Hilfe darstellen sollen, um die schulische Wirklichkeit dahingehend zu untersuchen, ob sie Bedingungen bereitstellt, die Kreativität fördern bzw. behindern können (vgl. URBAN 2004a, S. 100).

Zu der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“ formuliert er Fragen wie: „Ist Fragen erlaubt und erwünscht?“ „Ist der Lehrer offen und sensibel für Fragen und

Probleme der Kinder?“ „Werden die Schüler dazu angehalten, sich nicht immer mit der ersten besten Lösung zufrieden zu geben?“ „Erlauben Zeit und Organisation von Arbeit und Unterricht mehr als einen Lösungsversuch?“ Weitere Fragen richten sich danach, ob im Unterricht Platz ist für „offen gestaltete Phasen und Wege“, ob „nur fertige Antworten präsentiert“ werden, ob „ein 'abweichender' Arbeits- oder Lösungsweg akzeptiert“ sowie ob „Originalität wertgeschätzt“ wird und ob „überhaupt Probleme gestellt“ und „Sachverhalte von verschiedenen Perspektiven aus betrachtet“ (URBAN 1999, S. 123) werden. Zusammenfassend richtet er die Frage, ob allgemein im Unterricht etwas geschieht „das divergentes Denken genannt werden kann? (Oder besteht Lernen aus nichts anderem als aus der Anhäufung und Wiederholung vorgegebenen Wissens, das über Textbücher oder Lehrer vermittelt wird?)“ (ebd.)

Um Unterrichtsbedingungen dahingehend zu analysieren, ob Inhalte der Komponente „Allgemeine Wissens- und Denkfähigkeits-Basis“ gefunden werden können, schlägt er vor, abzufragen ob „verschiedene Wege und Methoden“ berücksichtigt werden, ob „der Fokus auch auf dem Lernprozess, nicht nur auf dem Ergebnis“ liegt, ob „'Warum'-Fragen gewünscht, gefragt und (gemeinsam) beantwortet“ werden, „sodass Ursache-Wirkungs-Relationen untersucht werden“ (a.a.O., S. 123f) können. Weiters formuliert er die Fragen: „Werden Lösungswege hinterfragt“ oder auch „optimiert?“ „Werden Lernprozesse beobachtet und mit Schülern reflektiert, sodass metakognitives Denken angeregt und gefördert wird?“ „Gibt es Herausforderungen für induktives und deduktives Denken?“ „Erfordern und fördern Lernaufgaben eine breite und differenzierte Wahrnehmung oder schränken sie den Fokus ein?“ (ebd.)

Fragen, die URBAN (1999, 2004a) zur Komponente „Spezifische Wissensbasis und spezifische Fertigkeiten“ stellt, sind: „Können individuelle Interessen in die Schule eingebracht und in den Unterricht integriert werden?“ Gibt es „additive und extra-curriculare Maßnahmen“ wie auch „Wettbewerbe und so weiter“, damit „die Entwicklung spezifischer Interessen gefördert und gestützt“ wird? „Gibt es Möglichkeiten und Gelegenheiten für die Schüler, sich intensiv und in die Tiefe gehend mit Gegenständen und Problemen zu beschäftigen?“ „Wird Expertise wertgeschätzt?“ (URBAN 1999, S. 124)

Die Komponente „Fokussierung und Anstrengungsbereitschaft“ soll durch folgende Fragestellungen erfasst werden: „Wird ein besonderer Einsatz bei einer Tätigkeit wertgeschätzt?“ „Wird Anstrengungsbereitschaft belohnt?“ „Werden die Kinder dazu angeregt und angehalten, Ablenkungen zu erkennen und zu vermeiden?“ „Welche Rolle spielen Selbst- und Fremdbeurteilungen?“ „Wird eine längerfristige Beschäftigung mit einem speziellen Interessensgebiet erlaubt, ermöglicht und gefördert“ (a.a.O., S. 124f). Eine Frage bezieht sich darauf, ob „gemeinsame Projekte, Wettbewerbe“ stattfinden. Die anschließende Frage richtet sich allgemein daran ob „Schulorganisation und Stundenpläne grundsätzlich oder fakultativ solche Aktivitäten“ (ebd.) ermöglichen

URBAN (1999, 2004a) arbeitet Fragen zur Komponente „Motive und Motivation“ aus, die sich auf die Gestaltung des Lernprozesses und auf die Interessen der Schülerinnen und Schüler beziehen. Er schlägt folgende Fragestellungen vor: „Wird kindliches Fragen aufgegriffen?“ „Wird die natürliche Neugier des jungen Kindes angeregt und unterstützt?“ „Werden Möglichkeiten für selbstbestimmtes Lernen, Entdeckungslernen geboten, sodass Kinder intrinsische Motivation entwickeln können?“ „Werden individuelle Interessen gewürdigt und unterstützt?“ „Wird unnötige Wiederholung vermieden?“ (a.a.O., S. 125)

Zur Komponente „Offenheit und Ambiguitätstoleranz“ formuliert er Fragen die untersuchen, inwieweit Schule „ein Ort des (miteinander) Lebens“ und „ein Ort für Eu-Stress“ und „ein Ort der Freude“ ist, wo auch gelacht werden kann und „Humor wertgeschätzt“ wird, ob Unterricht die „Wirklichkeit in die Schule“ holt und auch „in die Lebenswirklichkeit hinaus“ geht, ob auf „selbstbestimmtes Lernen und Handeln Wert gelegt“ (a.a.O., S. 125f) wird. Weiters formuliert er die Fragen: „Wird denkerisches Risiko eingegangen?“ „Können Gegenstände spielerisch und experimentell untersucht und erfahren werden?“ „Sind Irrtümer und Fehler erlaubt – oder nur schnelle und korrekte Antworten und Ergebnisse?“ „Wird die Individualität und Einzigartigkeit jeder einzelnen Person wertgeschätzt oder jederzeit konformistisches Verhalten erwartet?“ (URBAN 1999, S. 125f).

Die von URBAN (1999, 2004a) formulierten Fragen zu den sechs Komponenten des Kreativitätsmodells beziehen sich auf die Lern- und Arbeitsprozesse auf

schulischer Ebene und auf Klassenebene. Sie sind als Grundlage für Befragungen und Bestandsaufnahmen gedacht, um den Blick „für geeignete situative und strukturelle Hilfen und Maßnahmen“ (URBAN 1999S, S. 127) zu öffnen. Bei der Ausarbeitung und Umsetzung von Hilfen und Maßnahmen sollen aber auch die den Prozess beeinflussenden Faktoren der Mikro- und Makroumwelt berücksichtigt werden. Zu den einflussnehmenden Komponenten des Umweltraumens zählen z. B. welche Bedingungen der Einzelne für sein Tun vorfindet, ferner die wirtschaftliche und sozio-kulturelle Situation der Familie, die Ausstattung der Schule, die Organisation von Unterricht und Schule, die Nutzung von Medien, aber auch die „individuelle und gesellschaftliche Freiheit“, die „Klassen- und Schulkultur“ wie auch die „politische Struktur und Situation“ (a.a.O., S. 126).

2.4 ZUSAMMENFASSUNG

URBAN geht in seinen Überlegungen, warum Kreativität in der Schule beachtet und für die Erziehung fruchtbar gemacht werden soll, von der Position aus, dass jeder Mensch eine kreative Kraft in sich trägt, und dass daher aus pädagogischer Sicht schulische Kreativitätserziehung die Entwicklung der personalen und sozialen Identität berücksichtigen soll. Im Unterricht soll jede Schülerin, jeder Schüler darin unterstützt werden und es sollen kreativitätsfördernde Bedingungen geschaffen werden. Um zu erkunden wie weit in der schulischen Wirklichkeit den Schülerinnen und Schülern Handlungsräume eröffnet werden, regt URBAN an, dies durch Fragen zu ergründen, die auf Lern- und Arbeitsprozesse in der Schule bzw. der Klasse zielen und sich auf das „Komponentenmodell der Kreativität“ beziehen. Dieses wird aus sechs Komponenten gebildet und jeweils drei Komponenten des Modells beziehen sich auf kognitive bzw. personale Aspekte. Dem kognitiven Aspekt ordnet er die Komponenten „Divergentes Denken & Handeln“, „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeitsbasis“ sowie „Spezifische Wissensbasis & spezif. Fertigkeiten“ (URBAN 1991, S. 14) zu. Die Komponenten „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“, „Motive und Motivation“ und „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“ (URBAN 2004a, S. 48) beziehen sich auf den personalen Aspekt von Kreativität. Die sechs Komponenten überlappen einander, sind

interdependent, können sich mit ihren Subkomponenten in je unterschiedlichen Kombinationen zeigen und bilden ein „funktionales System“ (URBAN 2004a, S. 48), weshalb keine Komponente für sich allein als Erklärungsgrundlage genügt. Daher ist für die Untersuchung der Handlungsräume im Unterricht auch die Zusammenschau aller sechs Komponenten angezeigt.

3. DAS LÖSEN VON PROBLEMEN IM UNTERRICHTSGEGENSTAND MATHEMATIK

Das Thema des Problemlösens im Fach Mathematik ist eines jener wenigen Beispiele das sowohl von der Fachdidaktik wie auch der Fachwissenschaft behandelt wird und das aus der Verbindung der „innerdisziplinäre[n] Wissenschaftsreflexion und [...] der von den Schulfächern herkommende[n] Fachdidaktik“ (HOPMANN/RIQUARTS 1999, S. 13) entstanden ist.

3.1 DER BEGRIFF DES PROBLEMLÖSENS

In den Überlegungen von URBAN (1994) wurde die „dynamische, interaktive Struktur der Faktoren Problem, Person, Prozeß, Produkt und Umwelten“, die er in dem „4 P-U-Interaktionsmodell“ (URBAN 1994, S. 114) darstellt, deutlich. Das Zusammenwirken dieser Faktoren fließt auch in seine, in sechs Punkten strukturierte, Definition von Kreativität mit ein. In dieser versteht er das Produkt als Lösung eines Problems, das einerseits vom Individuum wahrgenommen wird und andererseits sich zu eigen gemacht wird (vgl. URBAN 2000, S. 124). Er fasst den Begriff „Problem“ sehr weit und versteht darunter z. B. „eine festgestellte und formulierte Frage“, oder den Gedanken „etwas auf eine ganz neue Weise aufzuspüren“, aber auch ein Bedürfnis „ein Problem zu konstituieren“ (ebd.)

BÜCHTER/LEUDERS (2005) entwickeln ihr Verständnis von „Problemlösen“ aus der Sicht des Mathematikunterrichtes heraus. Für sie findet ein Problemlöseprozess dann statt, wenn keine Lösungsverfahren, die in einer Aufgabe eingesetzt werden können, nahe liegen (vgl. BÜCHTER/LEUDERS 2005, S. 17). Daher kommt es in einem Problemlöseprozess dazu, dass die Schülerinnen und Schüler „aus einer Vielzahl möglicher Verfahren auswählen, neue Ansätze entwickeln oder [...] bekannte Verfahren modifizieren und kombinieren“. „Problemlösen ist damit immer ein kreativer Akt, mindestens aber mit Transferleistungen verbunden“ (a.a.O., S. 28). In so einem Prozess bieten Heuristiken (allgemeine Lösungsstrategien) eine grundlegende Orientierungshilfe (a.a.O., S. 17).

ZECH (2002) sieht im mathematischen Problemlösen ein teilweises kreatives Verhalten, auf das ein allgemein gefördertes kreatives Verhalten zurückwirkt. Daher gibt er Anregungen und ausgewählte Vorschläge für den Mathematikunterricht. Einige sollen hier schlagwortartig wiedergegeben werden: Experimentieren, entdeckendes Lernen, assoziieren, Fragen stellen, argumentieren, vermuten, heuristische Strategien, diskutieren, reflektieren, Freiräume schaffen. Der Mathematikunterricht soll aber nicht einzig, und damit einseitig, auf die Förderung kreativen Verhaltens zielen, sondern z. B. auch auf „sinnvolles rezeptives Lernen“ Wert legen. Des Weiteren gibt er zu bedenken, dass unter Umständen „eigenes Erleben mathematischer Prozesse“ nicht als Ziel für alle Schülerinnen und Schüler angestrebt werden muss und tritt daher für eine Leistungsdifferenzierung ein. Er führt dazu aus, dass besseren Schülerinnen und Schülern Aufgaben zum Problemlösen und schwächeren Schülerinnen und Schülern Aufgaben mit schwächerer Transferleistung sowie vermehrt Routineaufgaben gestellt werden könnten (vgl. ZECH 2002¹⁰, S. 354ff). Daher sollen Schülerinnen und Schüler, „die dazu bereit und fähig sind, häufiger problemlösenden Unterricht treiben“, „allerdings auf der soliden Grundlage eines verständnisorientierten, stärker rezeptiven Unterrichts ohne die Illusion eines allumfassenden entdecken lassenden Unterrichts“ (a.a.O., S. 358).

URBAN (2000) hebt hervor, dass Probleme sich offener oder geschlossener stellen können, je nach Anfangsfrage bzw. Informationen und Ergebnis. Aus dieser Betrachtung ergeben sich vier Möglichkeiten, die in ihrem Grad der Offenheit bzw. Geschlossenheit variieren. Diese sind: „offenes Problem/offenes Produkt, offenes Problem/geschlossenes Produkt, geschlossenes Problem/offenes Produkt und geschlossenes Problem/geschlossenes Produkt“ (URBAN 2000, S. 124).

3.2 GRUNDFORMEN DES LERNENS IM MATHEMATIKUNTERRICHT

BÜCHTER/LEUDERS (2005) heben vier wichtige Prozesse des Lernens im Mathematikunterricht heraus: „Modellieren“, „Problemlösen“, „Argumentieren“ und „Begriffe bilden“ (BÜCHTER/LEUDERS 2005, S. 17). ZECH (2002) spricht von drei

Hauptlertypen im Mathematikunterricht, dem „Begriffslernen“, „Regellernen“ und „Problemlösungslernen“ (ZECH 2002¹⁰, S. 147).

Will man im Unterricht den Schülerinnen und Schülern Lernanlässe zum Problemlösen bieten, so ist darauf zu achten, dass Problemstellungen von den Schülerinnen und Schülern möglichst selbständig bearbeitet werden können, sodass Instruktionen wie Hinweise oder Denkanstöße nicht mehr von den Lehrenden gegeben werden müssen. ZECH (2002) bezeichnet eine solche Unterrichtsform auch als „entdecken lassendes Verfahren“ (a.a.O., S. 309), die das Finden eigener Lösungswege zum Ziel hat. Die Lehrerin, der Lehrer bietet in diesem Prozess nur dann Denkhilfe an, wenn diese unbedingt notwendig ist und ein Weiterkommen auf dem beschrittenen Lösungsweg unterstützt. Damit ein selbständiges Lösen von Problemen gelingen kann, ist darauf zu achten, dass der Umgang mit relevanten Begriffen und Regeln den Schülerinnen und Schülern geläufig ist. Außerdem sollen durch Aufgabenstellungen zum Problemlösen die Lernenden dazu angeregt werden, bereits gelernte Regeln und Begriffe „in neuen Situationen anzuwenden“ oder diese „zum Aufbau neuer Begriffe und Regeln zu benutzen“ (a.a.O., S. 308). Ein weiteres Ziel ist der Erwerb und die Anwendung von heuristischen Regeln (vgl. a.a.O., S. 309).

ZECH (2002) zählt die „Behandlung von Sachaufgaben“, das „Beweisen mathematischer Sätze“ und die „Geometrische Konstruktion“ (a.a.O., S. 327) als jene Bereiche des Mathematikunterrichts auf, in denen Problemlösungsaufgaben häufig gestellt werden. Dabei sind für den Prozess des Problemlösens ein Wechsel von „Vorwärtsarbeiten“, „Rückwärtsarbeiten“ und das Suchen von „vermittelnden Hilfsgrößen“ (a.a.O., S. 338) charakteristisch und setzt geistige Beweglichkeit voraus. In diesem Zusammenhang sollte auch das Bereitstellen von Handlungsanweisungen kritisch betrachtet werden, da sie im Prozess hemmend wirken können. Die Methode des „kognitiven Modellierens“ (a.a.O., S. 335), gibt den Lernenden die Möglichkeit, Prozesse des Problemlösens nachzuvollziehen und bietet Anknüpfungspunkte in nachfolgenden Lösungsprozessen. Auch das Reflektieren des eigenen Vorgehens unterstützt Prozesse des Vorwärts- und Rückwärtsarbeitens (vgl. a.a.O., S. 340) und trägt zur „Entwicklung der Problemlösefähigkeit“ (a.a.O., S. 353) bei. Auch die Fähigkeiten auf erarbeitetes

Wissen zurückzugreifen und zu analogisieren sind im Problemlöseprozess von grundlegender Bedeutung (vgl. ZECH 2002¹⁰, S. 353).

Bei der Auswahl von Problemlöseaufgaben ist auf ein geeignetes Anforderungsniveau zu achten. Dieses variiert je nach Grad der Anschaulichkeit, der Abstraktion, der Formalisierung bzw. Mathematisierung, der Bekanntheit oder auch der Komplexität. Die einzelnen Parameter können jedoch nicht als voneinander getrennt betrachtet werden, sie überschneiden und beeinflussen einander. Mit der Anhebung bzw. Senkung des Niveaus eines Parameters ist oft auch eine Veränderung eines anderen verknüpft. So kann z. B. durch einen höheren Grad an Anschaulichkeit auch das Unterscheiden von wesentlichen und unwesentlichen Merkmalen in Sachaufgaben erleichtert werden. Eine höhere Anschaulichkeit kann in Aufgabenstellungen durch das Angeben konkreter Zahlen anstatt von Variablen oder auch durch grafische Darstellungen erreicht werden. So kann auch ein Zusammenhang zwischen Anschaulichkeit und Lösbarkeit von Aufgaben beschrieben werden. Denn eine Vereinfachung der Aufgabe tritt mit höherer Anschaulichkeit auf. Hingegen kann ein höherer Schwierigkeitsgrad in einer Aufgabe dadurch erreicht werden, indem für die Lösung unwesentliche Angaben hinzugefügt werden. Dadurch wird ein höherer Abstraktionsgrad erreicht, der häufig dazu eingesetzt wird, um zu erfahren, ob Aufgaben durch echtes Verständnis oder aufgrund von Automatismen von den Schülerinnen und Schülern gelöst werden. Mit zunehmender Abstraktion der Aufgabenstellung wird das Erkennen von wesentlichen Angaben und damit der Transfer schwieriger. Weiters wird die Schwierigkeit eines Beispiels dadurch erhöht, indem das Erfassen der mathematischen Operationen in Textaufgaben erschwert wird. Erschwert bzw. erleichtert wird dies durch Wahl des Anschaulichkeits- und Abstraktionsgrades (vgl. a.a.O., S. 328). Um die Problemlösefähigkeit der Schülerinnen und Schüler zu fördern, wird vorgeschlagen, Teilqualifikationen, wie das Analysieren der Frage, des Sachverhaltes und der Formulierungen zu üben, sowie dem selbständigen Arbeiten ohne Erklärungen durch die Lehrenden im Unterricht Raum zu geben (vgl. a.a.O., S. 353).

Weiters beeinflusst der Grad der Offenheit die gestellten Anforderungen. Höhere Anforderungen werden dann gestellt, wenn etwa Angaben zur Lösung der Aufgabe von den Schülerinnen und Schülern erst erhoben oder beschafft werden

müssen. Auch das Finden von geeigneten Fragestellungen ist ein Kennzeichen von Offenheit in Aufgabenstellungen (vgl. ZECH 2002¹⁰, S. 328f). Welche Möglichkeiten hinsichtlich der Öffnung von Beispielen zur Entfaltung kreativer Prozesse bestehen wird in den Ausführungen im Kapitel 3.3 ausführlich dargelegt.

Das Anforderungsniveau von Aufgabenstellungen kann auch durch den Bekanntheitsgrad beeinflusst werden. Müssen die Schülerinnen und Schüler sich erst mit einem Sachverhalt vertraut machen, so stellt dies höhere Anforderungen an sie. Veränderte Aufgabenstrukturen erschweren ebenso die Aufgabenstellung. So kann man sagen, dass bekannte Sachverhalte und Aufgabenstellungen mit bekannten Teilaspekten das Anforderungsniveau senken. Dies auch dadurch, dass die Schülerinnen und Schüler durch ähnliche Aufgabenstellungen bereits die Möglichkeiten hatten, „kognitive Strukturen“ aufzubauen und auf diese zurückgreifen können. Sind bekannte Teilaufgaben und Automatismen in gestellten Beispielen enthalten, so werden diese ebenfalls leichter lösbar (vgl. a.a.O., S. 329).

Weiteren Einfluss auf das Anforderungsniveau von Aufgabenstellungen haben die gegebenen Bedingungen, die erforderlichen Denkschritte, die Unterschiedlichkeit an Rechenoperationen und die Verknüpfung von Teilaufgaben (vgl. ebd.). Mit anderen Worten, je komplexer eine Aufgabenstellung ist, desto höher werden die an die Schülerinnen und Schüler gestellten Anforderungen. Eine weitere Steuerung des Schwierigkeitsgrades einer Aufgabe liegt in der Reihenfolge der Angaben. So kann durch Abweichung der Angabenreihenfolge von der erforderlichen Lösungsfolge das Anforderungsniveau eines Beispiels gehoben werden (vgl. a.a.O., S. 330).

In seinen Ausführungen zur „problemlösenden Behandlung von mathematischen Sätzen und ihren Beweisen“ schlägt ZECH (2002) ein „beispielgebundenes Begründen“ (a.a.O., S. 346) vor, in dem die Schülerinnen und Schüler durch eine repräsentative Auswahl an Beispielen den allgemeinen Gedanken gewinnen können. FENZ (1981) nennt ein solches Vorgehen „induktives Begründen“. Sie schlägt vor, die „induktive Methode“ in Gruppenarbeiten einzusetzen und im Anschluss daran auch, wenn möglich, einen deduktiven Beweis zu geben (vgl.

FENZ 1981, S. 24). ZECH (2002) hebt hervor, dass in erster Linie die Suche nach Zusammenhängen, sowie das Verstehen dieser, angestrebt werden soll. Das Verstehen und Anwenden von mathematischen Sätzen und Definitionen ist neben dem Analysieren der Aufgabenstellung und dem Beschreiben der Lösungswege ein Ziel in der Behandlung von Konstruktionsaufgaben, die auch sauber ausgeführt werden sollen (vgl. ZECH 2002¹⁰, S. 347f).

ZECH (2002) streicht die „Dialektik zwischen Anleitung und Selbständigkeit“ für das Entwickeln der Fähigkeit zum Problemlösen hervor. Die Schülerinnen und Schüler sollen unter Berücksichtigung des Entwicklungsniveaus immer wieder dazu angeregt werden, selbständig zu analysieren, abzuleiten, zu entdecken und entwickeln, Regeln zu formulieren aber auch heuristische Regeln und Rechenverfahren vermittelt zu bekommen (vgl. a.a.O., S. 351).

Mit anderen Worten, beim Lösen mathematische Problemstellungen wird auf ein Wissen und Können, das auch durch Einsatz verschiedener „Lerntypen“ gebildet wurde, zurückgegriffen und die Entwicklung der Problemlösefähigkeit bedarf sowohl des angeleiteten wie auch des selbständigen Arbeitens.

ZECH (2002) verwendet in seinen Ausführungen zum Mathematikunterricht immer wieder den Ausdruck „Lerntypen“, womit er nicht eine „Charakterisierung von Lernenden“ (a.a.O., S. 147) meint – sondern im Anschluss an GAGNÉ (1973) – Formen des Mathematiklernens. Für den Mathematikunterricht arbeitet ZECH (2002) neben den bereits genannten Hauptlerntypen noch „Diskriminationslernen“, „Assoziatives Lernen“, „Lernen heuristischer Regeln“, und „Beobachtungslernen“ als Formen des Mathematiklernens heraus. (vgl. a.a.O., S. 164).

Unter „Assoziativem Lernen“ fasst ZECH (2002) jene Grundformen des Lernens zusammen, durch die ein „Aufbau kürzerer oder längerer Reiz-Reaktions-Verbindungen (Automatismen) im kognitiven Bereich“ (ebd.) erfolgt. Für den Mathematikunterricht können hier beispielhaft das Erlernen des Einmaleins, das schriftliche Rechnen oder auch das Lösen von Gleichungen genannt werden. Eine Automatisierung ist dort angebracht, wo eine Entlastung des Denkens für höhere Operationen erfolgt. Voraussetzung für das Aneignen von Automatismen ist das Verstehen der damit verknüpften Begriffe und der zugrunde liegenden

Rechenregeln. Daher soll von Drill, der ja Automatismen ohne Verständnis schult, Abstand genommen werden (vgl. ZECH 2002¹⁰, S. 164f).

Unter „Diskriminationslernen“ ist jenes Lernen zu verstehen, das ein Unterscheiden von Dingen und Begriffen ermöglicht. Denn, wie ZECH (2002) ausführt, ist das Erkennen von Verschiedenheit eine Voraussetzung für das Finden gemeinsamer Eigenschaften. Auf einer höheren Ebene soll auch zwischen den einzelnen Begriffen unterschieden werden können, wie dies unter „Assoziativem Lernen“ (a.a.O., S. 165) beschrieben wurde.

ZECH (2002) versteht unter dem „Lernen mathematischer Begriffe“ eine gemeinsame Namensgebung mehrerer Objekte oder Ereignisse, denen bestimmte übereinstimmende Merkmale zugrunde liegen. Er unterscheidet daher auch zwischen verschiedenen Arten von Begriffen, je nachdem, ob Eigenschaften einzelnen Objekten oder einer Vielzahl an Objekten zu- bzw. abgesprochen werden. Weiters unterscheidet er zwischen Begriffen, die auf Definitionen anderer Begriffe aufbauen und solchen, die grundlegend sind. Daher nennt er als mathematische Begriffe „Eigenschaftsbegriffe“ wie z. B. „dreieckig, Primzahl“, „Relationsbegriffe“ wie z. B. „ist länger als ..., ... liegt zwischen ...“, „Zusammengesetzte (abgeleitete, definierte) Begriffe“ wie z. B. „Trapez (als Viereck mit ...)“ oder „Grundbegriffe“ wie z. B. „Gerade, ... liegt auf ...“ (ebd.).

Mathematische Sätze, Gesetze, Regeln oder auch inhaltliche Verfahren, wie der Pythagoräische Lehrsatz, das Distributivgesetz oder auch einzelne Teilbarkeitsregeln können durch „sinnvolles rezeptives Lernen“ (a.a.O., S. 166) vermittelt werden. Mit Hilfe des „Regellernens“ soll eine umfassende Wissensgrundlage aufgebaut werden (vgl. a.a.O., S. 308).

„Heuristische Regeln“ werden dahingehend unterschieden, ob sie in Zusammenhang mit der „Anwendungsphase“ im Lernen stehen oder ob sie für das Lösen mathematischer Probleme von Bedeutung sind. Daher wird eine Einteilung in „inhaltlich orientierte heuristische Regeln“ und in „allgemeine heuristische Regeln“ (a.a.O., S. 167) getroffen. Zu den Ersteren wird etwa das Verwenden von Rechenvorteilen, das Erstellen von Diagrammen um logische Zusammenhänge zu

verdeutlichen oder auch um Bewegungsaufgaben zu veranschaulichen, gezählt. ZECH (2002) fasst darin alle „Strategien für inhaltlich mehr oder weniger abgegrenzte Teilgebiete der Mathematik“ (ZECH 2002¹⁰, S. 167) zusammen. Problemlösungsstrategien, die teilweise auch für andere Fächer von Bedeutung sind, werden den „allgemeinen heuristischen Regeln“ zugeordnet. Damit sind Fragestellungen nach den gegebenen und gesuchten Daten, ein Überprüfen des bereits beschrittenen Lösungsweges, bzw. von Zwischenergebnissen oder auch eine Übertragung von bereits Gelerntem gemeint (vgl. ebd.).

BÜCHTER/LEUDERS (2005) treten dafür ein, dass Schülerinnen und Schüler im Mathematikunterricht sich einerseits mit Aufgaben beschäftigen, die nach Themen zusammengestellt sind, andererseits Aufgaben gestellt bekommen, in denen sie selbst erfinden bzw. entdecken können, d. h. „den Entstehungsprozess von Mathematik aktiv erleben können“ (BÜCHTER/LEUDERS 2005, S. 17). Sie heben vier wichtige Prozesse heraus: „Modellieren“, „Problemlösen“, „Argumentieren“ und „Begriffe bilden“. Diese scheinen ihnen für den Mathematikunterricht charakteristisch und auch dafür geeignet zu sein, die Tätigkeiten im Unterricht zu verstehen (vgl. ebd.).

Unter „Modellieren“ verstehen sie jene Prozesse die dazu führen, dass Modelle entwickelt werden, die die Wirklichkeit beschreiben bzw. erklären oder auch dazu führen diese zu verändern. Dabei findet ein ständiger Wechsel zwischen Realität und Mathematik statt, um eine gegebene reale Situation durch mathematische Mittel darzustellen (vgl. ebd.). Durch Modelle gelingt es, die gegebene soziale oder natürliche Umwelt zu beschreiben, zu erfassen und zu verstehen, wodurch sie in verschiedenen Bereichen, nicht nur in der Mathematik, verwendet werden können. Im Unterricht wird „Modellieren“ von den Schülerinnen und Schülern dann verwendet, wenn ihnen Sachaufgaben gestellt werden, in denen sie die ihnen gegebene Umwelt in ein Modell übertragen sollen. Dabei reicht es nicht aus, nur den Ansatz und die Lösung aufzuschreiben. „Modellieren“ umfasst mehr. BÜCHTER/LEUDERS (2005) sprechen erst dann von „Modellieren“, wenn die Schülerinnen und Schüler durch bewusstes Auswählen und Begründen ihre Annahmen wie auch das Modell darstellen und die gefundene Lösung validieren, d. h. die Gültigkeit der Lösung und die Grenzen des Modells überprüfen bzw.

untersuchen (vgl. BÜCHTER/LEUDERS 2005, S. 19). Findet dieser Prozess ausschließlich im Rahmen der Mathematik statt, so kann dieser auch als Problemlösen bezeichnet werden. Das bedeutet aber, dass während des Prozesses kein Vergleich mit der Realsituation stattfindet um daraus Hilfestellungen für die Lösung zu gewinnen (vgl. a.a.O., S. 23). Aufgrund dieser Ausführungen kann angenommen werden, dass der Prozess des Modellierens auch als ein Sonderfall des Problemlösens gesehen werden kann, nämlich als ein Problemlösen „im weiten Sinne“, das auch außermathematische Situationen miteinschließt. Problemlösen „im engeren Sinn“, bezeichnet dann innermathematische Situationen. Die beiden Autoren heben auch hervor, dass die Begriffe „Modellieren“ und „Problemlösen“ in der Literatur in wechselnder Bedeutung verwendet werden. (vgl. a.a.O., S. 30f). In dieser Arbeit wird als Oberbegriff „Problemlösen“ gewählt, sodass „Modellieren“ in dem eben ausgeführten Sinne als erweitertes Problemlösen aufgefasst wird und so auch mitgedacht werden kann.

Des Weiteren soll hier auf die Verschiedenheit des Verstehens des Begriffs „Modellieren“ in den Ausführungen ZECHS (2002) und BÜCHTER/LEUDERS (2005) eingegangen werden. ZECH (2002) versteht unter „kognitivem Modellieren“ ein Nachvollziehen von Problemlöseprozessen, in denen die Lernenden einen Lösungsvorgang anschaulich vermittelt und erklärt bekommen, um in kommenden Lösungsprozessen daran anknüpfen zu können (vgl. ZECH 2002¹⁰, S. 340). BÜCHTER/LEUDERS (2005) hingegen fassen diesen Begriff als ein „Arbeiten in außermathematischen Kontexten“ auf, als einen Prozess, in dem die Schülerinnen und Schüler Annahmen über das vorliegende Problem anstellen, für dieses ein Modell finden, ihre erarbeitete Lösung darstellen und validieren, sowie das Vorgehen im Prozess reflektieren und begründen (vgl. BÜCHTER/LEUDERS 2005, S. 19). Aus Schülerperspektive kann eine Unterscheidung der beiden Ansichten dahingehend getroffen werden, dass erstere ein angeleitetes Nachvollziehen versteht und zweite ein aktives selbständiges Arbeiten.

Ob eine gestellte Aufgabe tatsächlich auch Problemlösungsprozesse initiiert, hängt auch vom Vorwissen und den Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler ab. So kann eine Aufgabe in einer fünften Schulstufe als Problemlöseaufgabe

angesehen werden, hingegen in einer höheren Schulstufe könnte das gleiche Beispiel bereits durch ein erlerntes Standardverfahren gelöst werden, wodurch kein Problemlösungsprozess mehr entsteht. Daher sollen Aufgaben, die Problemlösen ermöglichen, so gestellt werden, dass die Schülerinnen und Schüler eigene Ansätze entwickeln und eigene Lösungswege beschreiten können. Damit ist auf das Kriterium der „Offenheit“ in Aufgabenstellungen verwiesen (vgl. BÜCHTER/LEUDERS 2005, S. 29f).

Neben dem „Modellieren“ und „Problemlösen“ ist das „Argumentieren“ ein weiterer wichtiger Prozess im Mathematikunterricht. Unter „Argumentieren“ wird sowohl das Führen von Beweisen, das schlüssige Begründen als auch das Nennen von Beispielen verstanden. Es umfasst somit ein „breites Spektrum an Aktivitäten“ von variierenden „Stufen der Strenge“ (a.a.O., S. 17).

Werden von den Schülerinnen und Schülern Inhalte und Eigenschaften strukturiert, vernetzt, abstrahiert oder klassifiziert und daraus wieder z. B. Bedeutungen entwickelt oder Bezeichnungen getroffen, sprechen BÜCHTER/LEUDERS vom Prozess des „Begriffsbildens“ (vgl. ebd.).

Die Ausführungen zu den Grundformen des Mathematikunterrichts unterstreichen die Bedeutung des Problemlösens für den Mathematikunterricht, in dem Lehrende durch Auswahl von geeigneten Aufgabenstellungen Lernanlässe für Lernende gestalten. Diese Beschreibung von Unterricht als eine „angeleitete[n] Auseinandersetzung der Lernenden mit einem Lerninhalt“ (HOPMANN 1999, S. 79f) findet seine grafische Übereinstimmung im „Didaktischen Dreieck“, das die Verknüpfung von Inhalt, Lehrkraft und Lernenden veranschaulicht. Dabei ist die Tradition der deutschen Didaktik – das Ausgehen von den Inhalten – hervorzuheben, denn „die Vergesellschaftung des Subjekts“ vollzieht sich dieser Auffassung nach „durch den bildenden Umgang mit Sachen, mit Lerngegenständen“ und unterscheidet sich z. B. von der angelsächsischen Position, die die „unmittelbare Einweisung in Sozialverhältnisse“ (HOPMANN 1999, S. 78) betont. Die vorliegende Arbeit zielt auf die Lernerfahrungen der Schülerinnen und Schüler und untersucht daher die Handlungsräume in denen

sich der Inhalt – im Mathematikunterricht durch das Bearbeiten von Beispielen – den Lernenden erschließt.

3.3 AUFGABENFORMATE ZUM PROBLEMLÖSEN IM MATHEMATIKUNTERRICHT

Wurde im voran gegangenen Kapitel auf die Grundformen des mathematischen Lernens eingegangen und das Problemlösen ausführlich besprochen, so sollen in den folgenden Ausführungen verschiedene Formate von Aufgaben vorgestellt werden. Besonders in den letzten Jahrzehnten wurde intensiv an der Umsetzung der Ergebnisse aus der langjährigen Kreativitätsforschung im Mathematikunterricht gearbeitet und von Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern Vorschläge und Beispiele zum Problemlösen ausgearbeitet. Die einzelnen Beispiele variieren in ihrem Anforderungsniveau, welches in vorangegangenen Ausführungen nach ZECH (2002) dargestellt wurde.

Grundsätzlich rät ZECH (2002), sollen die Lehrenden für die Auswahl und Differenzierung von Aufgaben drei „Praktikabilitäts Gesichtspunkte“ beachten:

- „– Ist die Aufgabe wichtig?
- Ist sie zumindest reizvoll?
- Ist sie sinnvoll zu variieren?“ (vgl. ZECH 2002¹⁰, S. 330).

Thomas WETH (2000) geht in seinen Überlegungen davon aus, dass jede Schülerin, jeder Schüler im Laufe der Schulzeit im Mathematikunterricht Aufgaben gestellt bekommen soll, die zum selbst Erforschen und Erfinden anregen. Er zeigt an zwei konkreten Beispielen zum Thema „Pythagoräischer Lehrsatz“ in der Oberstufe wie durch Analogisieren bzw. Modifizieren der Aufgaben Begriffsbildung erfolgen kann. Im ersten Beispiel regt er eine Analogie der Beziehung $a^2 + b^2 = c^2$ für Vierecke an und führt drei denkbare Definitionen an: „ $a^2 + b^2 = c^2 + d^2$ oder $a^2 + c^2 = b^2 + d^2$ oder $a^2 + b^2 + c^2 = d^2$ “. Durch diese Definition hat bereits ein erster kreativer Prozess stattgefunden, dem die Erforschung des Begriffsinhaltes folgen wird. Dazu formuliert er unterstützende Fragestellungen wie z. B. „Existieren pythagoräische Vierecke? Durch welche geometrischen Eigenschaften sind sie gegenüber allgemeinen Vierecken ausgezeichnet? Wie konstruiert man

pythagoräische Vierecke?“ (WETH 2000, S. 70). In seinen Ausführungen zur „Begriffsbildung durch Modifizieren“ (a.a.O., S. 73) wird von der Definition „ $a^2+b^2=c^2$ “ ausgegangen und durch Abänderung einer Bedingung Modifikationen der Definition erreicht. Beispielhaft seien hier auch nachfolgend die Definition: „Ein Dreieck heißt *höhenpythagoräisch*, wenn für die Längen der Dreieckshöhen gilt: $h_a^2 + h_b^2 = h_c^2$ “ (ebd.) und die gleicher Weise formulierten Definitionen zu „*schwerlinienpythagoräisch*“, „*mittelsenkrechtenpythagoräisch*“ und „*winkelhalbierendenpythagoräisch*“ genannt. Um mit Hilfe dieser Definitionen kreativitätsfördernden Unterricht zu initiieren, sollen die Schülerinnen und Schüler den Fragestellungen nach der Existenz solcher Dreieckstypen nachgehen, die geometrischen Eigenschaften und algebraischen Beziehungen untersuchen oder nach Dreiecken, die sowohl die Eigenschaft „höhen-“ als auch „winkelpythagoräisch“ besitzen, suchen (vgl. ebd.).

Johannes KRATZ (2000) führt ausgewählte Beispiele für den Geometrieunterricht der Sekundarstufe I an, die eine Förderung kreativen Denkens erlauben, indem sie zum Entdecken und zum produktiven Denken anregen. Er zielt dabei auf die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler Probleme zu erkennen, Lösungen für neue Probleme zu finden und Lösungsstrategien zu entwickeln. Ebenso sollen durch solche Aufgabenstellungen stoff- und fächerübergreifende Einsichten gefördert werden. Voraussetzung für diese Ziele sind die Vermittlung grundlegender Begriffsbildungen und Lehrsätze ebenso wie die Beherrschung von Verfahrensweisen, die es erst den Schülerinnen und Schülern erlauben, weiterführende Entdeckungen zu machen. Er führt dazu Beispiele aus dem Themenkreis Symmetrie an. In den von ihm ausgeführten Aufgabenstellungen sollen die Schülerinnen und Schüler zwei Figuren auf ihre Punktsymmetrie hin untersuchen oder neue, zueinander punktsymmetrische Figuren durch Hinzufügen bzw. Weglassen paarweise kongruenter Figuren, finden. Eine weitere Aufgabe regt das Experimentieren mit der Flächenteilung an, bei der eine inhaltsgleiche Aufteilung verlangt wird. Als eine weitere kreativitätsfördernde Aufgabenstellung sieht er im Paketieren von Figuren. Dabei sollen kongruente Figuren in verschiedenen Lagen zueinander kombiniert werden (vgl. KRATZ 2000, S. 49 – 52).

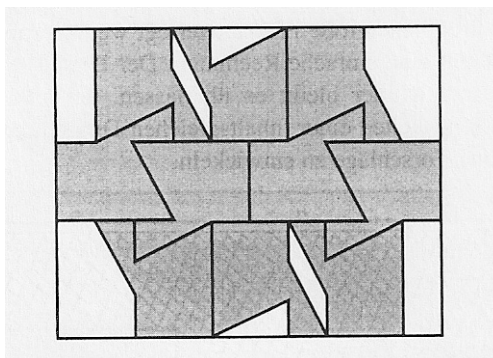


Abbildung 2: Paketieren von Figuren (KRATZ 2000, S. 52)

BÜCHTER/LEUDERS (2005) unterstreichen, dass Schülerinnen und Schüler nur dann lernen können Probleme zu lösen, wenn ihnen dazu Aufgaben gestellt werden und somit auch Möglichkeiten dazu im Unterricht eröffnet werden. Ein bloßes Belehren reicht demnach nicht. Daher stellen sie Überlegungen an, wie Aufgaben mit anregenden Problemen entwickelt und gestaltet werden können. Um eine tragfähige Bildung mathematischer Begriffe zu ermöglichen, schlagen die Autoren vor, in der Gestaltung von Beispielen nicht etwa vorgezeichnete Arbeitsanweisungen zu bieten, sondern Aufgaben zu stellen, in denen die Schülerinnen und Schüler selbst entdecken, in denen sie abwechselnd „rückwärts denken“ und „vorwärts arbeiten“ können und die auch verschiedene individuelle Vorgehensweisen zulassen. Sie zeigen dies an zwei Beispielen zur Begriffsbildung der „Mittelsenkrechten“. Im ersten Beispiel heißt es: „Die Karte zeigt ein Stück Land. Es gibt fünf Brunnen in diesem Gebiet. Stelle dir vor, du stehst bei X mit einer Herde von Schafen, die Durst haben. Zu welchem Brunnen gehst du? Die Wahl war natürlich nicht schwierig. Du gehst zum nächstgelegenen Brunnen. Entwickle nun eine Einteilung des Landes in fünf Gebiete, so dass zu jedem Ort in einem Gebiet der Brunnen in diesem Gebiet der nächstgelegene ist.“ (BÜCHTER/LEUDERS 2005, S. 33) Das zweite Beispiel dazu lautet: „In einem Hochhausgebiet soll ein Spielplatz für Kinder errichtet werden. In diesem Gebiet stehen 3 Hochhäuser. Das 1. Hochhaus ist 150 m vom 2. Hochhaus und 130 m vom 3. Hochhaus entfernt. Das 2. und 3. Hochhaus sind 100 m voneinander entfernt. Die Hochhäuser sind durch Wege verbunden. Die Eltern der Hochhausgemeinschaften stellen einen Antrag beim Bauamt: Der Spielplatz soll an eine solche Stelle gebaut werden, dass kein Kind benachteiligt wird.“

(BÜCHTER/LEUDERS 2005, S. 34) Die beiden Aufgaben bieten den Schülerinnen und Schüler Anlässe zum Problemlösen, sie unterscheiden sich jedoch in ihrem Grad der Offenheit. BÜCHTER/LEUDERS (2005) erläutern zum ersten Beispiel, dass dadurch der Begriff als Lösung für ein gestelltes Problem entdeckt wird und ein individuelles Vorgehen ermöglicht wird. Der Unterschied zur zweiten Aufgabenstellung besteht darin, dass in dieser kein Lösungsweg vorgezeichnet ist und daher auch der Fall eintreten kann, dass durch die Bearbeitung der zweiten Aufgabenstellung nicht der Begriff der „Mittelsenkrechten“ von den Schülerinnen und Schülern gebildet werden könnte. Dies ist ein Merkmal offener Problemstellungen (vgl. BÜCHTER/LEUDERS 2005, S. 32ff). Aufgaben können hinsichtlich der Informationen über die Ausgangssituation, der Methode, der Verfahren, des Ergebnisses oder der Lösung offen gestaltet werden. Dabei reicht die Variationsbreite von der Öffnung eines Aspektes bis hin zur Öffnung aller genannten Aspekte. BÜCHTER/LEUDERS (2005) entwickeln darauf aufbauend ein Klassifikationsschema für offene Aufgaben, in das die acht Aufgabentypen „geschlossene Aufgabe, Begründungsaufgabe, Problemaufgabe, offene Situation, Umkehraufgabe, Problemumkehr, Anwendungssuche“ (a.a.O., S. 93) eingeordnet werden.

Neben der Entwicklung von Begriffen und der Bearbeitung offener Aufgabenstellungen eignen sich zum Problemlösen Unterrichtsanlässe, die dazu führen, dass die Schülerinnen und Schüler selber nach Problemen suchen, die im Rahmen der Mathematik bearbeitet und gelöst werden können (vgl. a.a.O., S. 35). Ein weiterer Vorschlag ist die Verwendung von Heuristiken in Problemlösesituationen. Die Schülerinnen und Schüler sollen im Unterricht durch Reflexion der Strategien von einer exemplarisch angeleiteten Verwendung hin zu einer selbständigen Anwendung geführt werden. Weiters wird ein bewusster Umgang mit den Problemlösestrategien angestrebt, da nicht jede Strategie zu jeder Aufgabe passt. Die verschiedenen Strategien ordnen BÜCHTER/LEUDERS (2005) den Gruppen „Vorwärts arbeiten, rückwärts arbeiten, Beispiele betrachten, ungerichtetes und systematisches Probieren, darstellen, Analogien nutzen oder veranschaulichen“ (a.a.O., S. 36) zu. Auch das „rückschauende Bewerten einer Lösung“ (a.a.O., S. 42) verstehen die Autoren als Strategie des Problemlösens.

Sie führen zu den genannten Heuristiken Aufgabenstellungen an, auf die im Rahmen dieser Arbeit aufgrund ihrer Fülle nur hingewiesen werden kann.

Andreas KITTEL und Michael MARXER (2005) beschäftigen sich mit „Fermifragen“ zum Thema Fußball. Enrico FERMI gilt als Pionier der lebensnahen Aufgabenstellungen, in denen Größen und ihre Auswirkungen abgeschätzt werden müssen. Solche Aufgabenstellungen beinhalten selten Zahlenangaben, sie sind auch wenig strukturiert, können nicht genau einem mathematischen Kapitel zugeordnet werden und bieten nur eine eingeschränkte Datenbasis. Um Aufgaben wie z. B. „Wie viele Fußbälle benötigt man für die Fußball-WM?“ (KITTEL/MARXER 2005, S. 14) lösen zu können, müssen die Schülerinnen und Schüler mehrere Modellierungsschritte vornehmen und neue Fragen, die sich im Prozess der Lösungsfindung stellen, beantworten. Durch Modellierung wird eine komplexe Situation strukturiert, indem festgestellt wird, welche Daten zur Verfügung stehen bzw. welche noch beschafft werden können und müssen. Ebenso wichtig sind Überlegungen zur erforderlichen Berechnungsgenauigkeit, d. h. wie weit Rundungen und Vereinfachungen vorgenommen werden. KITTEL/MARXER (2005) beschreiben, dass den Schritten des „Strukturierens“ und „Idealisierens“ der Schritt des „Mathematisierens“ folgt. Dabei werden die mathematischen Mittel überlegt und die Daten so aufbereitet, dass sie in konkreten Operationen umgesetzt werden können. Die Berechnung erfolgt im dritten Modellierungsschritt. Der letzte Schritt dient dem „Interpretieren“ und „Validieren“ der Ergebnisse. Dabei treten Fragen auf, die die Aussagekraft, die Anwendbarkeit, die Gültigkeit und die Genauigkeit der Ergebnisse betreffen. Ebenso stellt sich die Frage nach der Notwendigkeit des nochmaligen Veränderns einer Annahme und, damit verknüpft, das nochmalige Überarbeiten und Durchdenken des Lösungsprozesses. KITTEL/MARXER (2005) konnten ein differenziertes Vorgehen der einzelnen Schülergruppen im Schritt des „Strukturierens“ und „Idealisierens“ feststellen. Ebenso konnten sie verschiedene Niveaustufen beobachten. Es zeigte sich auch, dass durch die offen gestellten Aufgaben das Fehlermachen einen anderen Stellenwert erfährt. Fehler wurden von den Schülerinnen und Schülern erkannt und nochmals untersucht ob diese Auswirkungen auf das Ergebnis haben (vgl. a.a.O., S. 14 – 18).

Wilfried HERGET (2000) beschäftigt sich mit dem Öffnen von Aufgaben im Mathematikunterricht. Er sieht im Öffnen von Aufgaben eine Erweiterung des Mathematikunterrichts, da diese Aufgaben die Interpretation der Fragestellung zulassen bzw. das Finden verschiedener Lösungen und Lösungswege ermöglichen. Offene Fragestellungen können auch dazu führen, dass die Lernenden Variationen finden, Erweiterungen vornehmen oder eine Verallgemeinerung formulieren. HERGETS (2000) Zielsetzung ist es, dass dadurch mathematische Zusammenhänge und Anwendungen vertieft werden und die Mathematik besser verstanden werden kann. Keinesfalls dürfen die Aufgaben zum Selbstzweck oder der Mathematikunterricht auf solche Aufgabenstellungen reduziert werden. Ein weiteres Anliegen ist HERGET (2000) der Erwerb von Grundwissen und Grundfertigkeiten. Offen gestellte Aufgaben können auch hierzu einen Beitrag leisten, da sie dazu geeignet sind, wie HERGET (200) formuliert, ein „nachhaltiges Grundverständnis aufzubauen“ (HERGET 2000, S. 5). Auch URBAN (2004a) betont immer wieder die Wichtigkeit einer „allgemeinen Wissensbasis“ als eine Voraussetzung um kreativ werden zu können (vgl. URBAN 2004a, S. 49). HERGET (2000) führt auch weitere Begründungen an, die das Stellen von offenen Aufgaben stützen sollen. Er meint, dass die in der Schule behandelten Theorien im Vergleich zum alltäglichen Bedarf überentwickelt sind, dass „geschlossene Modelle“ heute in Frage gestellt werden, dass Maschinen viele Arbeiten übernommen haben und dass Argumentieren, Darstellen, Überzeugen und ein Sichüberzeugenlassen wichtig sind. Weil durch den fortschreitenden Einsatz von Software und programmierbaren Rechnern das Einüben von Rechentechniken zurücktritt, werden das Beschreiben, Begründen und Beurteilen im Mathematikunterricht immer wichtiger. HERGET (2000) führt eine Reihe von Möglichkeiten, offene Aufgabestellungen zu gestalten, an, die aus verschiedenen Themengebieten der Mathematik stammen. Zur Öffnung von Aufgaben werden unterschiedliche Strategien verfolgt, denen verschiedene Zielsetzungen zugrunde liegen. Werden Angaben aus geschlossenen Aufgabenstellungen weggelassen oder verändert, können daraus geöffnete Aufgaben entwickelt werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Schülerinnen und Schüler aufzufordern, selbst eine Aufgabe zu erfinden. Das Schreiben eines „mathematischen Aufsatzes“ oder das Erfinden einer Geschichte zu einer gegebenen Aufgabe sind weitere Vorschläge um Aufgaben zu öffnen (vgl. HERGET 2000, S. 7 – 10). Eine

Öffnung von Aufgaben hat zum Ziel, die Lernenden zum Sehen, Vermuten, Suchen, Entdecken, Erfahren, Wundern, Finden oder Irren anzuregen (vgl. HERGET 2000, S. 6). Die angeführten Strategien zur Öffnung der Aufgabenstellungen sollen im Mathematikunterricht dazu beitragen, dass die Vermittlung der „Bedeutung, Tragweite, Anwendbarkeit der mathematischen Begriffe und Methoden“ noch mehr einfließen kann und eine „Erziehung zu geistiger Selbständigkeit“ (a.a.O., S. 10) durch das Bearbeiten gestellter Aufgaben ermöglicht wird. Weiters werden Überlegungen angestellt, wie Aufgaben geöffnet werden können, um eine Förderung von Kreativität im Mathematikunterricht voranzutreiben.

Durch Weglassen von Angaben, die zu einer rechentechnischen Routineaufgabe führen, können Formulierungen gefunden werden, die den Anforderungscharakter der Aufgabe deutlich verändern. Eine Reduktion von hilfreichen Angaben, wie Benennungen, Zeichnungen oder Hinweisen, eröffnet neue Fragestellungen und Überlegungen für die Schülerinnen und Schüler. Aus der ursprünglich eng gefassten Angabe: „Rollt man einen Kreissektor zusammen, so entsteht ein Kegel. Der Umfang U des Kegel-Grundkreises ist dann gleich der Bogenlänge b des Kreissektors. a Wie groß muss der Mittelpunktswinkel α für den Kreissektor gewählt werden, damit ein Kegel mit Seitenhöhe $s = 8$ cm und Grundkreisradius $r = 3$ cm entsteht? b Bei welchem Mittelpunktswinkel des Sektors entsteht ein Kegel mit maximalem Volumen“ wird durch Reduktion: „Rollt man einen Kreissektor zusammen, so entsteht ein Kegel. Bei welchem Mittelpunktswinkel des Sektors hat dieser Kegel maximales Volumen?“ (a.a.O., S. 7). Die Formulierung so einer reduzierten Aufgabenstellung schlägt HERGET (2000) im Rahmen eines Analysis-Kurses vor. Es wäre aber auch denkbar, in der Sekundarstufe I eine Bearbeitung der Aufgabenstellung anzuregen und durch induktives Schließen z. B. den Zusammenhang von Zentriwinkel und Körperhöhe im Kegel oder von Zentriwinkel und Grundfläche des Kegels zu untersuchen und zu beschreiben.

„Erfinde selbst eine Aufgabe“ (BÖHMER 2000, S. 15) kann als Aufforderung an die Schülerinnen und Schüler gestellt werden um eine Öffnung von Aufgaben zu erreichen. Ausgangspunkt für diese Überlegungen kann ein aufgeschriebenes Lösungsschema einer Schlussrechnung sein, um dann eine passende Aufgabe

oder Geschichte zu finden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, eine gestellte Textaufgabe so abzuwandeln, dass eine neue Aufgabe daraus entsteht. Dabei soll der Prozess des Veränderns von den Schülerinnen und Schülern durchgeführt werden. Diese Strategie kann auch zu einer Vereinfachung und damit Abwandlung der Aufgabenstellung führen, so dass die zuerst überfordernde Aufgabe gelöst werden kann. Anette BÖHMER (2000) beschreibt eine Modellierung der Aufgabenstellung aus einem Schulbuch: „Familie Kickel heizt ihr Haus mit Öl. Sie haben einen 5000 l Tank und verbrauchen 250 l Öl im Monat. Als noch 500 l im Tank sind, wird Öl bestellt. Da der Ölpreis mit 60 Pf pro Liter hoch ist, bestellen sie nur 2500 l. Nach zwei Monaten ist der Ölpreis auf 50 Pf pro Liter gesunken. Kickels lassen nun den Tank ganz füllen. Wie viel müssen sie insgesamt für ihren Öleinkauf bezahlen?“ (BÖHMER 2000, S. 15). BÖHMER (2000) führt in ihrem Beitrag die schrittweise Einschränkung und daran anschließende Erweiterung der Aufgabenstellung sehr detailliert aus. Hier soll beispielhaft eine erste reduzierende Modellierung der Aufgabenstellung angeführt werden: „Familie Kickel heizt ihr Haus mit Öl. Da der Ölpreis mit 60 Pf pro Liter hoch ist, bestellen sie nur 2500 l. Wie viel müssen die Kickels für ihren Öleinkauf bezahlen?“ (ebd.). In der Folge wurde durch Einfügung weiterer Angaben die Komplexität des Beispiels wieder erhöht. Außerdem fand eine Modellierung der Angaben statt, indem das Fassungsvermögen des Tanks berücksichtigt wurde, die Preisreduktion und damit verknüpft das Einsparungspotential bearbeitet wurde, Vergleiche verschiedener Lieferfirmen erwogen wurden, ein Mengenrabatt berücksichtigt wurde, die unterschiedlichen Verbrauchsmengen während einer Heizperiode beachtet wurden oder etwa ein höherer Verbrauch durch ein Leck im Tank als Zusatzbedingung eingeführt wurde (vgl. a.a.O., S. 15f).

Ein Öffnen von Aufgaben kann auch durch Umkehr von Fragestellung und Lösung erfolgen. Eine Umkehr wird dadurch erreicht, indem die Lösung als Ausgangspunkt für eine Fragestellung herangezogen wird, die das Finden mehrerer Lösungen eröffnet. So wird durch Umkehrung erreicht, dass aus der Angabe eines Gleichungssystems (z. B. I: $y = 2 + x$; II: $3y - 2x = 7$) und der Aufforderung, dieses mit Hilfe des Einsetzungsverfahrens zu lösen, sich folgende Problemstellung ergibt: „Stelle jeweils ein Gleichungssystem auf, das die Lösungsmenge $\{(1/3)\}$ hat und sich besonders gut mit dem Additionsverfahren, mit dem

Gleichsetzungsverfahren, mit dem Einsetzungsverfahren lösen lässt“ (HERGET 2000, S. 8).

Günter SCHMIDT (2000) fordert von Lehrbüchern, dass diese von dem Grundschemata – Einführen eines mathematischen Problems durch eine Aufgabe, Darbietung eines rechnerischen Lösungsschemas in einem Merkekästchens und daran anschließend mehrere gleichartige Aufgaben zur Einübung – abrücken, und Aufgabenstellungen bieten, die auf ein aktives Aneignen von Wissen zielen und die Selbstständigkeit fördern. Daher plädiert er für die Abkehr von der „Aufteilung des Lernstoffes in lineare Sequenzen vieler kleiner Lernabschnitte“ und eine Hinwendung zu einer „Vielfalt verschiedener Aufgabenstrukturen“ (SCHMIDT 2000, S. 18). HERGET (2000) unterstreicht die Verantwortung der Lehrenden bei der Wahl von Aufgabenstellungen und der Gestaltung von Offenheit im Unterricht. Aus seiner Sicht enthalten auch einfache Aufgabenstellungen, die durch Anwendung von Routineverfahren gelöst werden können, verschieden große Offenheit, die durch geeignete Strategien, wie z. B. die Öffnung der Anfangsaufgabe oder des Gesuchten, erweitert werden kann (vgl. HERGET 2000, S. 8). Weitere Strategien sind die bereits beschriebenen Möglichkeiten des Weglassens, Umkehrens, das Finden von Fragen, wie auch von eigenen Aufgaben oder von Geschichten. Weiters gibt es Lehrbuchkonzeptionen, die unter dem Anspruch erstellt wurden, dass die Schülerinnen und Schülern „über das Lehrbuch ihren Zuwachs an Kompetenz deutlich erfahren und damit offenen Aufgaben und einem offenen Unterricht mit mehr Sicherheit begegnen“ (SCHMIDT 2000, S. 21) können. Das Lehrbuch gliedert sich in drei Ebenen, die den aktivierten selbständigen Lernprozess, wie auch Durcharbeitung, Übung und Sicherung enthalten. Wiederholungsaufgaben werden in Neuerwerbsaufgaben eingefügt und Vernetzungen aufgezeigt. SCHMIDT (2000) merkt als Mitautor des Schulbuches kritisch an, dass offene Aufgaben und Beispiele zum „intelligenten Üben“ in Schulbüchern nicht wirklich neu sind, dass die Umsetzung im Unterricht aber von der jeweiligen Lehrkraft abhängt. Allerdings ist die Lehrkraft selbst nur einer von mehreren Einflussfaktoren im Unterrichtsprozess. Das von ihm vorgestellte Lehrbuch soll durch das „kumulative Lernen“ den Schülerinnen und Schülern die Erweiterung ihrer Kompetenzen erfahren lassen und sie unterstützen, im offenen

Unterricht und bei offenen Aufgabenstellungen mit mehr Sicherheit zu agieren (vgl. SCHMIDT 2000, S. 21f).

HEINZ BÖER (2000) plädiert für das Stellen von solchen Aufgaben, die situationsgegebene Probleme beinhalten. Ziel ist es, damit im Mathematikunterricht Lebensbezug herzustellen, Eigeninitiative zu fördern und Modellbildungen zu ermöglichen. Ausgangspunkt sind Fragestellungen, die Alltagsprobleme aufwerfen. In der Folge sollen durch Bildung und Bearbeitung mathematischer Modelle gestellte Aufgaben gelöst werden und dadurch auch der tiefer liegende Sinn vermittelt werden. Die Offenheit solcher Aufgabenstellungen ist dabei unterschiedlich (vgl. BÖER 2000, S. 60).

Durch die Verknüpfung von offenen Aufgaben wie z. B. mit Geburtstagszahlen, soll das Interesse der Schülerinnen und Schüler geweckt werden. Angelika BIKNER-AHSBAHS (2000) sieht im einfachen Einstieg und der Vielfalt an Lösungswegen solcher Beispiele eine Möglichkeit des Gewinnens von „Kompetenz- und Autonomieerfahrungen“. Durch Strukturierung des Lösungsprozesses soll die Offenheit der Aufgabenstellung gefasst und den Schülerinnen und Schülern eine Unterstützung geboten werden. Besonders hebt sie hervor, dass diese Aufgaben ein Geschenk der ganzen Klasse an das Geburtstagskind sind und daher die soziale Einbindung in besonderer Weise erleben lassen (vgl. BIKNER-AHSBAHS 2000, S. 48). Sie fordert ihre Schülerinnen und Schüler z. B. auf aus dem Geburtsdatum 18. 11. 1996 durch Anwendung der Rechenregeln, unter Berücksichtigung von Klammersetzung und Verwendung der Grundrechenarten möglichst große bzw. kleine Ergebnisse zu finden. Dadurch wird ein Arbeitsprozess in Gang gesetzt der zu neuen Fragen bzw. zu der Suche nach Regeln und Gesetzmäßigkeiten führt (vgl. a.a.O., S. 49f). In einer weiteren Aufgabenstellung wird ein Geburtsdatum als Ungleichung angeschrieben und eine Variable eingefügt. Durch die Verknüpfung der Aufgabe mit einem Gewinnspiel mit Zufallszahlen entsteht die Motivation, Zahlen zu finden, die zum Sieg verhelfen. Eine weitere Modifikation, und damit eine Erweiterung der Aufgabenstellung, gelingt durch Verschiebung von Rechen- und Ungleichheitszeichen innerhalb des Geburtsdatums. Eine grafische Umsetzung des Geburtsdatums erfolgt bei der Darstellung des Geburtstagsmusters. Dabei wird das Datum als Zählfolge

verstanden in der jede Ziffer die genormte Schrittlänge angibt und als zusätzliche Bedingung eine Drehung um 90° nach rechts beachtet werden muss. BIKNER-AHSBAHS (2000) fordert ihre Schülerinnen und Schüler in einem ersten Lernschritt zum Darstellen eines Geburtsdatums auf. In einem weiteren Schritt werden einzelne Muster analysiert, der Drehsinn und -winkel abgeändert um dann der Frage nach den Bedingungen für das Entstehen eines „schönen“ Musters nachzugehen oder Zeit für freie Exploration zu lassen (vgl. BIKNER-AHSBAHS 2000, S. 50f).

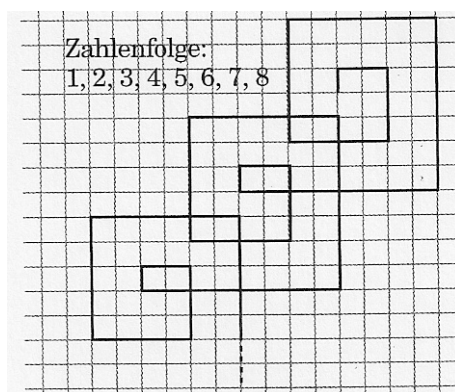


Abbildung 3: Zahlenornament (BIKNER-AHSBAHS 2000, S. 51).

In einem weiteren Beispiel geht es HERGET (2000) um eine Erweiterung der Symbol- und Formelsprache im Unterricht, die er nur als einen Teil der Mathematik sieht, da ein Begründen von Standpunkten, ein Darstellen von Fehlern und das Argumentieren einer kritischen Auseinandersetzung mit den Mitteln der Sprache bedarf. Daher schlägt er den Schülerinnen und Schülern das Schreiben eines Leserbriefes vor, um eine falsche Argumentation aufzudecken.

Ein weiteres Ziel ist es, dass die Schülerinnen und Schüler lernen, ihr Argumentieren und Darstellen auch für andere verstehbar und zugänglich zu machen. Weiters regt er auch das Formulieren von Konstruktionsbeschreibungen an (vgl. HERGET 2000, S. 8).

Eine weitere Möglichkeit Aufgaben zu öffnen, ist das Schreiben von Geschichten. Ausgangspunkt solcher Aufgabenstellungen ist z. B. ein Diagramm, zu dem unter Berücksichtigung der gegebenen Größen eine passende Geschichte aufgeschrieben werden soll. Die jeweilige Geschichte soll einerseits Rückschlüsse über die Fähigkeiten geben, andererseits auch zu neuen Fragestellungen und

Diskussionen führen (vgl. HERGET 2000, S. 9f). So kann eine geschlossene Aufgabenstellung geöffnet werden. Ein Beispiel dazu, das von mehreren Autoren genannt wird, ist „Katrins Autofahrt“ (BAUMERT 1999, S. 23). Eberhard LEHMANN (2000) regt mehrere Aufgabenstellungen dazu an. So könnte eine Abstufung der Aufgaben, je nach Schulstufe, neben der Umsetzung in eine Geschichte, ein Angeben der Werte in Tabellenform, eine Zerlegung in Teilgrafiken oder das Angeben von Funktionsgleichungen erfolgen. Werden alle Aufgabenstellungen bearbeitet, so kann ein Bezug von Graf – Geschichte – Tabelle – Funktion hergestellt werden (vgl. LEHMANN 2000, S. 56).

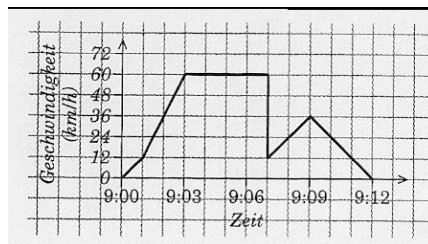


Abbildung 4: Diagramm zu einer geöffneten Aufgabe
(LEHMANN 2000, S. 56)

Die Aufforderung: „Finde einen Fehler!“ (HERGET 2000, S. 10) kann für Schülerinnen und Schüler nicht nur motivierend wirken, sie fordert auch das Anwenden von Grundfähigkeiten. Im Verlauf des genauen Überprüfens des Lösungsweges wird es auch notwendig sein, die Frage zu prüfen, ob der eventuell ungewohnte Lösungsweg nicht doch zur Lösung führt, bzw. wo der Lösungsweg als falsch abzulehnen ist (vgl. ebd.).

Werner BLUM und Bernd WIEGAND (2000) gehen in ihren didaktischen Überlegungen der Frage nach, wie offene Aufgaben gefunden werden können und was sie bewirken. Sie unterscheiden Aufgaben, bei denen der Anfangszustand wie auch der Endzustand und der Weg unbekannt sind, von solchen Aufgaben, in denen nur der Weg unklar ist. Letztere Aufgaben gehen von einem gegebenen Ausgangspunkt und Ziel aus und bieten so für die Schülerinnen und Schüler mehr Anhaltspunkte und damit auch größere Sicherheit. Ein Beispiel dazu: „Hier sind zwei ähnliche Dreiecke. Wie kann man das eine auf das andere abbilden?“ und für Aufgaben mit größtmöglicher Offenheit: „Finde schöne Parkettierungen für einen Fliesen-Fußboden“. (BLUM/WIEGAND 2000, S. 52). Als Technik zum Öffnen von

geschlossenen Aufgaben führen sie, wie HERGET (2000), das Öffnen durch Zielumkehr oder durch Weglassen an. Letzteres bezieht sich auf die Angabe oder die Fragestellung. So kann zum Beispiel aus der Fragestellung „Kai legt bei seiner Stadtparkasse 500 DM für 2 Jahre mit 3% Jahreszins an. Wie hoch ist sein Kapital am Ende?“ durch Weglassen eine offene Aufgabe „Kai hat 500 DM. Er will sie bei der Stadtparkasse anlegen. Kannst du Kai beraten?“ (BLUM/WIEGAND 2000, S. 53), gestaltet werden. Die Autoren verfolgen durch das Stellen von oben angeführten offenen Aufgaben das Ziel, höhere mathematische Fähigkeiten wie z.B. das Modellieren, Argumentieren oder Problemlösen zu fördern und die Qualität des Unterrichts zu steigern. Außerdem können verschiedene Lösungswege und neue Fragestellungen gefunden oder eine Reflexion des Prozesses in der Klasse initiiert werden (vgl. ebd.). Offene Aufgabenstellungen können als Einstiegsfrage in ein neues Thema ebenso herangezogen werden wie auch zum Üben, Anwenden, zur Sicherung oder als Lernkontrolle. Sie ergänzen so herkömmliche Aufgaben und steigern die Methodenvielfalt im Unterricht (vgl. a.a.O., S. 53f).

Christian DOCKHORN (2000) führt Typen des Öffnens von Aufgabenstellungen in Schulbüchern an. Er zeigt dies anhand des Beispiels: „Ein Taxifahrer berechnet 1,50 DM je km und eine Grundgebühr von 2,50 DM. Zeichne den Graphen der Funktion Weg $\rightarrow$ Preis. Wie viel kostet eine Fahrt von 7 km Länge? Wie weit kann man für 11,50 DM fahren?“ (DOCKHORN 2000, S. 58). Indem auf die Angabe des Anfangszustandes, des Endzustandes oder beider Angaben in diesem Beispiel verzichtet wird, gelingt eine Öffnung und damit eine Vielfalt an Lösungsmöglichkeiten. Die neuen Fragestellungen lauten dann: „Ein Taxifahrer berechnet 1,50 DM je km und eine Grundgebühr von 2,50 DM“ oder „Wie kann ein Tarifmodell für einen Taxifahrer aussehen, bei dem man für 11,50 DM eine Strecke von 6 km fahren kann?“ (a.a.O., S. 59).

Cornelia TRUNK und Thomas WETH (1999) beschreiben, wie über mehrere Unterrichtsstunden hinweg Schülerinnen und Schüler durch Experimentieren, Entdecken und Thematisieren mit Hilfe des Computerprogramms EUKLID zu den merkwürdigen Punkten im Dreieck beschreiben, verbalisieren und untersuchen lernten und den Mut fanden, ihre eigenen Hypothesen aufzustellen. Mit ihrer

Aufgabenstellung verfolgten die Autoren sowohl das Prozessziel „durch selbständiges und kreatives Handeln [...] 'Neues' in der Mathematik zu entdecken“ (TRUNK/WETH 1999, S. 216) als auch eine Vorbereitung auf das zukünftige Unterrichtsziel „Beweisen“ zu erreichen. Außerdem beabsichtigten sie durch das selbständige Erfinden das Vertrauen der Schülerinnen und Schüler in ihre eigene Leistungsfähigkeit zu fördern (vgl. ebd.). Die Schülerinnen und Schüler erhielten Arbeitsblätter, auf denen sich ein Musterbeispiel, die Aufforderung zum Selbsterfinden und Anweisungen befanden. Sie sollten in Gruppenarbeit mit einem Dreieck beginnen, durften keine Kreise verwenden und sollten in ihren Experimenten mit dem Computerprogramm alle Konstruktionen jeweils an allen drei Seiten bzw. Winkeln des Dreiecks ausführen und ihre Beobachtungen aufschreiben (vgl. a.a.O., S. 217). TRUNK/WETH (1999) legten auch auf die Klassenatmosphäre großen Wert. So soll eine entspannte und warme Lernatmosphäre mit geringem Leistungsdruck und ausreichend Zeit vorhanden sein. Eine Beschränkung der Hilfestellung soll auf programmtechnische Fragen erfolgen und die Lern- und Entdeckungshilfen entsprechend weit gehalten werden. Die Auswertung der Gruppenergebnisse zeigte, dass von dreizehn Gruppen von je fünf Gruppen der Schwerpunkt und der Innkreismittelpunkt gefunden wurden. Je zwei Gruppen fanden den Höhenschnittpunkt. Daneben fanden die Schülerinnen und Schüler noch komplexere Phänomene. Aus der dargestellten Unterrichtsbeobachtung geht hervor, dass nach einer kurzen Eingewöhnungsphase von ca. 20 min. die meisten Gruppen brauchbare Ergebnisse erzielt hatten. TRUNK/WETH (1999) stellten die besprochene Aufgabe Schülerinnen und Schülern in einer 8. Klasse und betonen, dass eine sinnvolle Hinführung zu Begriffsbildungsprozessen bereits in der 7. Klasse beginnen könnte (vgl. a.a.O., S. 217 – 222).

Eine andere Herangehensweise an das Problemlösen im Mathematikunterricht vertritt Regina BRUDER (2002). Sie überlegt nicht nur, wie einzelne Aufgaben geöffnet werden können um dadurch mehrere Lösungswege zu ermöglichen, sondern geht von drei didaktischen Stützen, dem Thematisieren von Sinn und Bedeutung von Lerninhalten, dem Zulassen verschiedener Lern- und Lösungswege und dem Kennenlernen von Heuristiken aus. Als Ziele für das Problemlösen im Mathematikunterricht nennt sie das Erkennen mathematischer

Fragestellungen, das Formulieren von Fragestellungen, das Anwenden von mathematischen Modellen, das geeignete Vorgehen in der Bearbeitung von Fragestellungen sowie Anstrengungsbereitschaft und Reflexionsfähigkeit. Aus ihren Forschungsarbeiten schließt sie, dass über Fragestellungen heuristische Strategien und Prinzipien erlernt werden können, die die Schülerinnen und Schüler immer dann anwenden können, wenn eine intuitive Lösungsfindung nicht gelingt. Weiters konnte sie aufgrund ihrer Studien feststellen, dass es zu einer Verringerung der Leistungsverweigerung und zu einer Leistungssteigerung durch die Verwendung von Heuristiken kam (vgl. BRUDER 2002, S. 4). Als Einstiegsaufgabe schlägt sie vor, den Schülerinnen und Schülern die Frage nach den Verwendungsmöglichkeiten eines Ziegels zu stellen. Im Anschluss daran werden die Eigenschaften besprochen und nochmals nachgedacht, welche Verwendungsmöglichkeiten bezogen auf die Eigenschaften noch nicht genannt wurden. Die so systematisierten Verwendungsmöglichkeiten werden auf andere Objekte angewendet. Ziel ist es, Schülerinnen und Schüler mit heuristischen Strategien vertraut zu machen und durch das Anwenden von Heuristiken ähnliche Leistungen wie intuitive Problemlöser zu erzielen. BRUDER (2002) stellt weitere zwei Aufgaben vor, anhand derer die Schülerinnen und Schüler den Umgang mit heuristischen Strategien in Form von Fragen üben können. Dabei ist es wesentlich, dass solche Fragen von den Schülerinnen und Schülern selbst formuliert werden. Aufgaben: „Bäcker Müller hat die Idee eine neue Konfektsorte zu entwickeln. Überlege, welche Fragen er bei seiner Neuentwicklung stellen muss, bei denen Mathematik verwendet wird! Welche Informationen werden benötigt, um von der Idee bis zu verkaufsfähigen Konfektstückchen zu gelangen?“ „Du hast sicherlich davon gehört: Im nächsten Jahr muss man Pfand bezahlen, wenn man Getränke in Dosen kauft. Überlege dir zwei verschiedene interessante Fragen oder Probleme in diesem Zusammenhang, zu deren Lösung deiner Meinung nach auch die Mathematik beitragen kann!“ (a.a.O., S. 6). Um Aufgabenstellungen wie „Tanja macht eine Radtour über 32 km mit Start und Ziel bei sich zu Hause. Sie fährt gleichmäßig etwa 16 km in einer Stunde. Nach 24 km plant sie eine Pause von einer halben Stunde in einem Gartenrestaurant ein. Eine halbe Stunde nachdem Tanja losgefahren ist, fährt Claudia mit ihrem Rennrad los, um Tanja zu treffen. Sie beeilt sich und schafft im Schnitt 24 km pro Stunde. Wo könnten sich die beiden treffen und nach welcher Zeit?“ strukturieren und auf das

Wesentliche reduzieren zu können, hält sie drei heuristische Hilfsmittel, nämlich „Figur“, „Tabelle“ und „Gleichung“ für geeignet, den Schülerinnen und Schülern vorzustellen, damit sie diese in ähnlichen Aufgaben ausprobieren können und dabei auch jenes Hilfsmittel verwenden, das sie im Besonderen als für sich geeignet erachten (vgl. BRUDER 2002, S. 7f).

Nicole ROTH (2002) beschreibt einen Stundenverlauf, in dem Schülerinnen und Schüler als Klasse Vermutungen über Zusammenhänge des gestellten Problems „ $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 + 1 = ?$ “, „ $2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 + 1 = ?$ “, „ $3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 + 1 = ?$ “ (ROTH 2002, S. 14) formulieren und diese sammeln. Nach Diskussion und weiteren Vermutungen werden Teilgruppen gebildet, damit durch Arbeitsteilung ein Vergleich der Zusammenhangsvermutungen angestellt werden kann. Nachdem sie dadurch der Klärung des Zusammenhanges (Problemstellung) näher gekommen sind, wird wieder im Klassenverband nach den letzten noch fehlenden Lösungsschritten gesucht um dann gemeinsam den Beweis für den Zusammenhang zu schaffen. Den Abschluss bildete eine Rückschau auf die verwendeten Strategien (vgl. a.a.O., S. 14 – 16).

Reinhold FELZMANN (2004) führt eine Reihe von Aufgaben an, die das Verlassen von Denkroutinen erfordern. Mit Hilfe der Aufgaben soll es gelingen, Denkblockaden wie auch Irreführer aufzuzeigen und damit zu entschärfen. Er negiert aber nicht das Anwenden von Algorithmen oder von Lösungsmustern als hilfreiche Strategien für das Lösen von Aufgaben, vielmehr geht es ihm um das Aufzeigen von Erscheinungsformen möglicher Denkblockaden. Er stellt Aufgaben, die ein Verlassen von eingprägten Bildern oder Offenheit gegenüber den erwarteten Ergebnissen verlangen. In anderen Aufgaben werden die Schülerinnen und Schüler dazu angeregt, höhere Dimensionen zu suchen, den Blick auf die Gesamtheit zu richten oder nach neuen Lösungswegen zu suchen. Solche Aufgabenstellungen können z. B. lauten: „Teile ein Viereck mit einer Geraden in drei Dreiecke!“, „Ein Quadrat soll in vier kongruente Teile geteilt werden. Wie viele Möglichkeiten gibt es?“, „Bilde aus sechs Streichhölzern vier gleichseitige Dreiecke!“, „Wie viel ist $\frac{2}{3}$ von $\frac{3}{4}$ von 100?“, „Obwohl eine schnell wachsende Seerosenart sich jeden Tag flächenmäßig verdoppelt, wird es noch 100 Tage dauern, bis der Teich vollkommen überwuchert ist. Nach wie vielen Tagen ist der

Teich erst halb bedeckt?“ oder „Teile die Fläche so in zwei Teile, dass die beiden Teile zu einem Quadrat zusammengesetzt werden können!“ (FELZMANN 2004, S. 321 – 327).

In dem von Rudolf BEER (2004) beschriebenen Beispiel zur Förderung der Kreativität im Mathematikunterricht sollen die Schülerinnen und Schüler, ausgehend von einer bebilderten Geschichte, Fragen zu dieser entwickeln. Im Anschluss werden in Gruppenarbeit einige Fragen mit unterschiedlichem Anforderungsniveau ausgewählt und an die anderen Gruppen weitergegeben, deren Aufgabe es ist, das Problem zu lösen. In diesem Unterricht sollen die Schülerinnen und Schüler aktiv und eigenverantwortlich arbeiten, selbst eine Problemstellung erarbeiten und einander, wenn nötig, Hilfestellung geben (BEER 2004, S. 299 – 303).

3.4 ZUSAMMENFASSUNG

Das Problemlösen wird als eine von mehreren Grundformen des Lernens im Mathematikunterricht beschrieben. Durch das Stellen von geeigneten Aufgaben sollen den Schülerinnen und Schülern Möglichkeiten zum Problemlösen eröffnet werden, da für den Mathematikunterricht das Problemlösen als jener Prozess angesehen wird, der es den Schülerinnen und Schülern erlaubt kreativ zu werden. In der Fachliteratur lässt sich eine Fülle von Aufgabenformaten finden, die darauf zielen kreative Prozesse im Mathematikunterricht zu ermöglichen. Gemeinsam ist den Überlegungen zu den Aufgabenformaten, dass die Schülerinnen und Schüler selbstständig in Einzelarbeit oder in Kleingruppen die Aufgabenstellungen bearbeiten, eigene Lösungswege finden und dass der Arbeitsprozess reflektiert wird. Unterscheidbar sind die Aufgabenstellungen hinsichtlich der Parameter Offenheit und Anforderungsniveau. Weiters zeigt die Vielfalt an Aufgabenformaten, dass die Möglichkeit mathematische Inhalte über das Bearbeiten von geöffneten Aufgabenstellungen im Unterricht zu behandeln breit gestreut ist.

4. RESÜMEE UND FOLGERUNGEN FÜR DIE FRAGESTELLUNG

Kreativitätserziehung in der Schule wird von verschiedenen Positionen aus gefordert und begründet. Aus pädagogischer Sicht scheint eine Position, die die Beziehung von Gesellschaft und Individuum berücksichtigt, vertretbar. Kreativität kann jedem Menschen zugeschrieben werden, als ein Aspekt, der die individuelle Persönlichkeit betrifft und so die menschlichen Produktionen wie auch die Entwicklung beeinflusst, aber auch selbst von der Umwelt beeinflusst wird. Aus dieser Perspektive lässt sich in der Beschreibung von Kreativität auch der Zusammenhang von Umwelt, der Person, dem Prozess wie auch dem Produkt hervorheben. Jeder dieser Bereiche ist Gegenstand der Kreativitätsforschung. Auch URBAN (2004a) sieht Kreativität in diesem Interaktionszusammenhang. Für die Förderung von Kreativität in der Schule hebt er die Bedeutung der beeinflussenden Umwelt hervor und unterstreicht die Schaffung von Handlungsräumen für Schülerinnen und Schüler, damit sie kreativ werden können. Welche Bedingungen solche Handlungsräume erfüllen sollen und wie sie kreativitätsfördernd gestaltet werden können, leitet URBAN (2004a) aus dem „Komponentenmodell der Kreativität“, das kognitive wie auch personale Aspekte enthält, ab. Die sechs Komponenten des Modells überlappen und beeinflussen einander. Kognitive Aspekte von Kreativität werden in den drei Komponenten „Divergentes Denken & Handeln“, „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeitsbasis“ sowie „Spezifische Wissensbasis & spezif. Fertigkeiten“ (URBAN 1991, S. 14) zusammengefasst. Die Komponenten „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“, „Motive und Motivation“ und „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“ (URBAN 2004a, S. 48) beziehen sich auf den personalen Aspekt von Kreativität. Alle sechs Komponenten und ihre Subkomponenten beeinflussen sich gegenseitig, bedingen einander und wirken auf den kreativen Prozess, wie auch in Folge auf das kreative Produkt. Die Qualität des kreativen Produktes kann auf jeder der drei Bezugsdimensionen – im Modell wird zwischen „Individuelle Dimension“, „Gruppen- oder nah-umweltbezogene Dimension“, und „Gesellschaftliche oder historische oder globale Dimension“ (URBAN 1991, S. 13) differenziert – verschieden eingeschätzt werden und auch von unterschiedlicher Bedeutung sein. Aufgrund der gewählten Bezugsdimension können auch die Komponenten wie

auch Subkomponenten differenziert betrachtet werden, wodurch die Möglichkeit eröffnet wird, die einzelnen Kreativitätskomponenten z. B. hinsichtlich ihrer Bedeutung für das Individuum zu untersuchen. Einer von mehreren weiteren Forschungsbereichen besteht in der Betrachtung von Handlungsoptionen von Gruppen, die sich aufgrund der Fragen zu den Komponenten des Modells untersuchen lassen. Richtet sich der Fokus auf den schulischen Bereich, so können die Fragen zu den Kreativitätskomponenten verschiedenen, den Unterrichtsprozess mitgestaltenden, Gruppen, wie z. B. Direktorinnen und Direktoren, Lehrerinnen und Lehrern oder auch Schülerinnen und Schülern, vorgelegt werden, wodurch die spezielle Sicht zu den Handlungsoptionen von jeder dieser Gruppen erhoben werden könnte. Für alle diese Gruppen liegen derzeit keine mir bekannten Forschungen zu dem „Komponentenmodell der Kreativität“ von URBAN (1991, 2004a) vor. In meiner Arbeit interessiert mich auf Gruppenebene die Perspektive der Schülerinnen und Schüler. Durch das Herantreten an Schulklassen können Schülerinnen und Schüler ihre persönlichen Einschätzungen anhand der Fragen zu den „Kreativitätskomponenten“ treffen, die in Folge auf der Grundlage des „Komponentenmodells“ analysiert werden können. Dabei können die Schülerinnen und Schüler gebeten werden, sich in ihren Antworten entweder auf alle Gegenstände oder auf einen speziellen Gegenstand zu beziehen. Auch in der Literatur zur Kreativitätsforschung finden sich fachspezifische Überlegungen für einen kreativitätsfördernden Unterricht in den einzelnen Unterrichtsfächern. Überlegungen zum Mathematikunterricht heben hervor, dass der Prozess des Problemlösens einen kreativen Prozess darstellt. Manche Autoren sehen im Modellieren einen Sonderfall des Problemlösens und führen aus, dass in diesem daher auch kreative Prozesse einfließen. Damit wird aufgezeigt, dass Problemlösen eine von drei bzw. vier Grundformen des Mathematiklernens ist. Es liegen auch eine Reihe von Überlegungen vor, wie dieses Lernen durch Aufgabenstellungen im Unterricht initiiert werden soll. Geprägt werden diese von der Vorstellung, dass mathematisches Lernen sich im Besonderen über das Stellen von Aufgaben (Beispielen) vollzieht, und dass gerade im Bearbeiten von geeigneten Aufgabenstellungen Prozesse des Problemlösens, und dadurch wiederum kreativitätsfördernde Prozesse, im Mathematikunterricht in Gang gebracht werden können. Als geeignet werden verschiedene Aufgabenformate angesehen. So gibt es Überlegungen z.B. zum

Öffnen von Aufgaben, zu Fermi-Aufgaben, zu Aufgaben die sich auf Alltagsprobleme beziehen, zu Aufgabenstellungen die das Argumentieren oder das Finden von Fragestellungen anregen, aber auch zu Aufgabenstellungen aus der Geometrie. Allen Überlegungen gemeinsam ist die Suche nach Aufgabenformaten, die dafür geeignet scheinen, kreative Prozesse in Gang zu bringen. Nun stellt sich die Frage, wie weit die spezifische Kreativitätsförderung im Fach Mathematik, wie sich aufgrund der ausgeführten Überlegungen zeigt, anhand von geeigneten Aufgaben im Unterricht umgesetzt werden kann. Auch hier ist eine Befragung verschiedener Gruppen oder einzelner Personen denkbar. URBAN (2004a) schlägt vor, für die Betrachtung von Kreativität in der Schule den individuellen Bezugsrahmen heranzuziehen. Daher liegt es auch nahe, Untersuchungen auf der Mikroebene anzusiedeln, um so mehr aus individueller Sicht der Befragten zu erfahren. Auch in den Überlegungen zur Kreativitätsförderung in der Schule wird von der Bedeutung der sich eröffnenden kreativen Möglichkeiten für den Einzelnen ausgegangen. Daher liegt eine Befragung von Schülerinnen und Schülern nahe, um so wieder aufgrund der Einzeleinschätzung ein größeres Gesamtbild gewinnen zu können. Dieses Gesamtbild kann mittels statistischer Verfahren aus den durch die Einzelbefragung gewonnenen Daten errechnet werden und bietet einen Überblick. Aus mathematisch-didaktischer Sicht wird die Bedeutung von Einschätzung und Reflexion der Schülerinnen und Schüler über ihr Handeln im Mathematikunterricht als Grundlage ihres Lernens hervorgehoben (vgl. JAHNKE 2004, S. 4 – 7). Für die Untersuchung öffnet sich daher die Möglichkeit danach zu fragen wie die Schülerinnen und Schüler Handlungsoptionen im Mathematikunterricht meinen zu erleben, die aufgrund des von URBAN (1991, 2004a) ausgearbeiteten „Komponentenmodell(s) der Kreativität“ beschrieben werden können. Aus den fachdidaktischen Überlegungen zum Mathematikunterricht leitet sich die Suche nach Anlässen zum Problemlösen ab, welche die Schülerinnen und Schüler aus ihrer Sicht hinsichtlich der Bearbeitungshäufigkeit von geöffneten Aufgabenstellungen im Mathematikunterricht erfahren. Dabei wird davon ausgegangen, dass durch das Problemlösen kreative Prozesse in Gang gesetzt werden können, und dass geöffnete Aufgabenstellungen dafür geeignet sind, um Kreativitätsförderung im Mathematikunterricht zu ermöglichen.

Die vorangegangenen resümierten Folgerungen und Überlegungen münden in die Absicht der vorliegenden Arbeit mehr aus der Perspektive der Schülerinnen und Schüler zum Mathematikunterricht an Hauptschulen zu erfahren und im Besonderen den Fokus auf die subjektiv wahrgenommenen Handlungsoptionen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten nach URBAN (1991, 2004a) und das Bearbeiten von geöffneten Aufgabenstellungen im Mathematikunterricht zu richten. Beide Forschungsbereiche beziehen sich auf das Forschungsfeld Mathematikunterricht an Hauptschulen in nach Leistung differenzierten Lerngruppen und werden durch Befragung aus der Perspektive der Schülerinnen und Schüler betrachtet. Einen Schwerpunkt der Befragung bilden die Lernerfahrungen der Schülerinnen und Schüler d. h. wie sich ihnen der Inhalt erschließt und sich die Begegnung zwischen Lehrenden und Lernenden aus Sicht der Schülerinnen und Schüler darstellt, immer allerdings mit spezifischem Fokus auf die Handlungsoptionen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten und auf die geöffneten Aufgabenstellungen. Somit lässt sich das Forschungsvorhaben auch in das „Didaktische Dreieck“ (HOPMANN 1999, S. 79) einordnen und zugleich ist die grafische Umsetzung des Forschungsgegenstandes dieser Untersuchung daran angelehnt. Im Besonderen muss aber die Spezifikation ausdrücklich hervorgehoben werden, nämlich dass die vorliegende Arbeit nicht allgemein auf den gesamten Unterricht zielt, sondern als Forschungsgegenstand die Handlungsoptionen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten und die Bearbeitung von geöffneten Aufgabenstellungen im Mathematikunterricht hat – und diese in der Darstellung als grafisch umgesetzter Kreissektor zu sehen sind – die sich durch Befragung der Schülerinnen und Schüler erschließen, d. h. aus deren subjektiver Perspektive, betrachtet werden. Aufgrund der gestellten Fragen wird ein Teilbereich des Feldes zwischen Erfahrung und Begegnung abgedeckt, wobei Begegnung in dieser Arbeit immer darauf zielt wie Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Kreativitätskomponenten Handlungsräume wie auch das Bearbeiten von geöffneten Aufgabenstellungen im Mathematikunterricht meinen zu erfahren. Die Linien in der Darstellung verweisen auf die gestellten Fragen, anhand derer die erlebten Handlungsoptionen von Schülerinnen und Schülern zu den Kreativitätskomponenten nach URBAN (1991, 2004a) wie auch das Bearbeiten von geöffneten Aufgabenstellungen beobachtet werden. Die Ellipse symbolisiert, wenn man so will, ein Brennglas, das auf das „Komponentenmodell der Kreativität“

(URBAN 1991, 2004a) verweist, mit dessen Hilfe die Meinung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Handlungsoptionen erfasst werden soll. Daher lässt sich für das Forschungsvorhaben folgende grafische Übertragung darstellen:

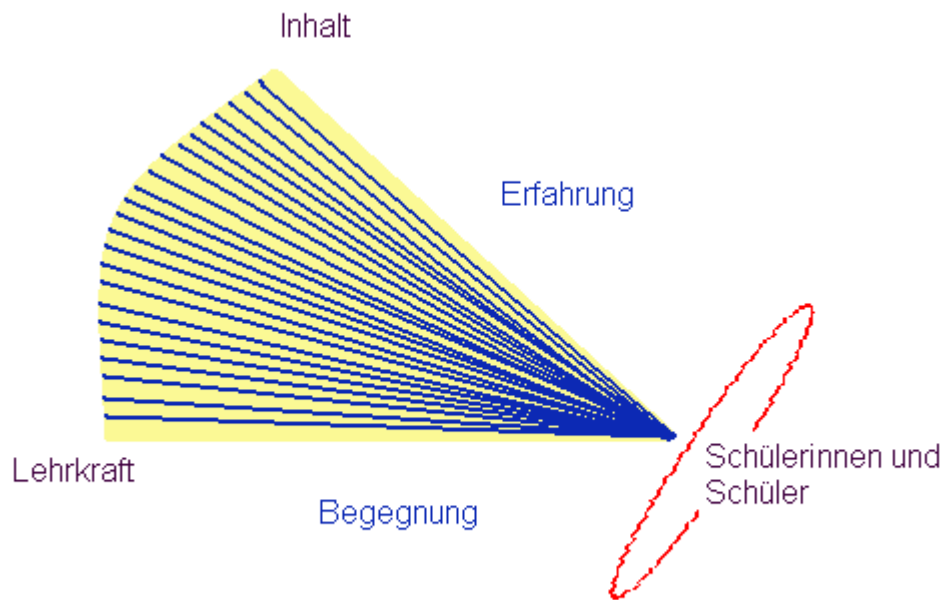


Abbildung 5: Grafik zum Forschungsvorhaben

5. UNTERSUCHUNG

5.1 FORSCHUNGSINTERESSE UND FRAGESTELLUNG

Zentral ist in der vorliegenden Untersuchung das Interesse an Handlungsoptionen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten nach URBAN (1991, 2004a) aus Schülerinnen- und Schülersicht. Durch die Befragung der Schülerinnen und Schüler wird deren spezifische Perspektive auf den Mathematikunterricht erhoben und damit zum Untersuchungsgegenstand. Die Wahl, Schülerinnen und Schüler der dritten bzw. vierten Klasse an Hauptschulen zu befragen, wurde getroffen, da davon auszugehen ist, dass sie über zwei bzw. drei Jahre hinweg Unterrichtserfahrung im Fach Mathematik an Hauptschulen gesammelt haben, weil es von Interesse ist, die erhobenen Daten mit jenen aus dem „Schülerfragebogen“ (IEA 2008, S. 11) der Studie „TIMSS“ (Third International Mathematics- and Science Study) zu vergleichen, da in dieser die Datenerhebung in Klassen mit überwiegendem Anteil an 13jährigen Schülerinnen und Schülern vorgenommen wurde, und weil die individuelle Sicht des je unterschiedlichen Erlebens von Handlungsoptionen, das für das Lernen jedes Menschen bedeutend ist, für den Mathematikunterricht dadurch erfasst werden kann.

Als Hauptfragestellung der vorliegenden Untersuchung interessiert daher:

Wie stellen sich Handlungsoptionen von Schülerinnen und Schülern im Mathematikunterricht der dritten und vierten Klasse an Hauptschulen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten nach URBAN (1991, 2004a) aus Schülerinnen bzw. Schülersicht dar?

Dazu wird untersucht, ob in der Einschätzung der Handlungsoptionen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten nach URBAN (1991, 2004a), Unterschiede zwischen den Geschlechtern, den Schülerinnen und Schülern der drei Leistungsgruppen bzw. den letzten Zeugnisnoten im Unterrichtsfach Mathematik bestehen.

Arbeitshypothese H1

$H_{0/H1}$ Es besteht kein Unterschied in der Einschätzung von Handlungsoptionen hinsichtlich der sechs Kreativitätskomponenten zwischen Schülerinnen und Schülern.

$H_{A/H1}$ Es besteht ein Unterschied in der Einschätzung von Handlungsoptionen hinsichtlich der sechs Kreativitätskomponenten zwischen Schülerinnen und Schülern.

Arbeitshypothese H2

$H_{0/H2}$ Es besteht kein Unterschied in der Einschätzung von Handlungsoptionen hinsichtlich der sechs Kreativitätskomponenten zwischen den Befragten der drei Leistungsgruppen.

$H_{A/H2}$ Es besteht ein Unterschied in der Einschätzung von Handlungsoptionen hinsichtlich der sechs Kreativitätskomponenten zwischen den Befragten der drei Leistungsgruppen.

Arbeitshypothese H3

$H_{0/H3}$ Es besteht kein Unterschied in der Einschätzung von Handlungsoptionen hinsichtlich der sechs Kreativitätskomponenten zwischen den letzten Zeugnisnoten der Befragten.

$H_{A/H3}$ Es besteht ein Unterschied in der Einschätzung von Handlungsoptionen hinsichtlich der sechs Kreativitätskomponenten zwischen den letzten Zeugnisnoten der Befragten.

Ein weiteres Interesse besteht an der Einschätzung der Bearbeitungshäufigkeit von geöffneten Aufgabenstellungen im Unterrichtsfach Mathematik. Die im Rahmen der Untersuchung vorgelegten Musterbeispiele dienen der Bearbeitung der Fragestellung, ob in der Einschätzung der Bearbeitungshäufigkeit Unterschiede zwischen Mädchen und Buben, den Schülerinnen und Schülern der drei Leistungsgruppen bzw. den letzten Zeugnisnoten bestehen.

Arbeitshypothese G1

$H_{0/G1}$ Mädchen und Burschen unterscheiden sich in ihrer Einschätzung der Häufigkeit der Bearbeitung von geöffneten Aufgabenstellungen.

$H_{A/G1}$ Mädchen und Burschen unterscheiden sich nicht in ihrer Einschätzung der Häufigkeit der Bearbeitung von geöffneten Aufgabenstellungen.

Arbeitshypothese G2

$H_{0/G2}$ Zwischen der Einschätzung der Häufigkeit in der Bearbeitung von geöffneten Aufgabenstellungen von Schülerinnen und Schülern der drei Leistungsgruppen besteht kein Unterschied.

$H_{A/G2}$ Zwischen der Einschätzung der Häufigkeit in der Bearbeitung von geöffneten Aufgabenstellungen von Schülerinnen und Schülern der drei Leistungsgruppen besteht ein Unterschied.

Arbeitshypothese G3

$H_{0/G3}$ Zwischen der Einschätzung der Häufigkeit in der Bearbeitung von geöffneten Aufgabenstellungen von Schülerinnen und Schülern besteht kein Unterschied je nach Zeugnisnote.

$H_{A/G3}$ Zwischen der Einschätzung der Häufigkeit in der Bearbeitung von geöffneten Aufgabenstellungen von Schülerinnen und Schülern besteht ein Unterschied je nach Zeugnisnote.

Der Vergleich der erhobenen Daten aus der Studie „TIMSS“ mit jenen der vorliegenden Untersuchung bezieht sich auf neun Fragestellungen die aus dem „Schülerfragebogen“ der Studie „TIMSS“ entnommen wurden und basiert auf den folgenden Hypothesen:

Arbeitshypothese V1

$H_{0/V1}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Frage, ob der Lehrer, die Lehrerin zeigt, wie mathematische Probleme gelöst werden können.

$H_{A/V1}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Frage, ob der Lehrer, die Lehrerin zeigt, wie mathematische Probleme gelöst werden können.

Arbeitshypothese V2

$H_{0/V2}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich des Abschreibens von der Tafel.

$H_{A/V2}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich des Abschreibens von der Tafel.

Arbeitshypothese V3

$H_{0/V3}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Frage nach mündlichen Prüfungen oder des Schreibens von Tests.

$H_{A/V3}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Frage nach mündlichen Prüfungen oder des Schreibens von Tests.

Arbeitshypothese V4

$H_{0/V4}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Einzelarbeit im Heft oder mit Arbeitsblättern.

$H_{A/V4}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Einzelarbeit im Heft oder mit Arbeitsblättern.

Arbeitshypothese V5

$H_{0/V5}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich des Arbeitens an mathematischen Projekten.

$H_{A/V5}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich des Arbeitens an mathematischen Projekten.

Arbeitshypothese V6

$H_{0/V6}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Verwendung des Taschenrechners.

$H_{A/V6}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Verwendung des Taschenrechners.

Arbeitshypothese V7

$H_{0/V7}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Verwendung des Computers.

$H_{A/V7}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Verwendung des Computers.

Arbeitshypothese V8

$H_{0/V8}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich des Zusammenarbeitens in Paaren oder Kleingruppen.

$H_{A/V8}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich des Zusammenarbeitens in Paaren oder Kleingruppen.

Arbeitshypothese V9

$H_{0/V9}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Verwendung von Dingen des täglichen Lebens bei der Lösung mathematischer Probleme.

$H_{A/V9}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Verwendung von Dingen des täglichen Lebens bei der Lösung mathematischer Probleme.

5.2 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSINSTRUMENTS

Zur Untersuchung der Handlungsoptionen von Schülerinnen und Schülern im Mathematikunterricht der dritten und vierten Klasse an Hauptschulen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten nach URBAN (1991, 2004a) wurde eine schriftliche Befragung der Schülerinnen und Schüler gewählt. Zur Bearbeitung der empirischen Erhebung wurden quantitative Methoden herangezogen und die Daten aus den Antworten der Fragebögen gewonnen.

Beim Erstellen der Fragen sind die von den beiden Autoren BORTZ/DÖRING (2002) im Kapitel „Befragen“ getätigten Ausführungen berücksichtigt worden. In ihrer Auseinandersetzung mit verschiedenen Formaten der schriftlichen Befragungen kommen sie zu dem Schluss, dass Fragen mit bereits vorgegebenen

Antwortmöglichkeiten bei schriftlichen Befragungen den offenen Fragestellungen vorzuziehen sind, weil bei letzterem Frageformat kurze und unvollständige Antworten zum Problem in der weiteren Forschungsarbeit werden können. Der Grund für die unzureichende Beantwortung der Fragen resultiert einerseits aus der Angst vor Rechtschreibfehlern, andererseits kommen stilistische Mängel zum Tragen (vgl. BORTZ/DÖRING 2002³, S. 254f). Neben den inhaltlichen Aspekten, die sich auf die Überlegungen URBANS (1991, 1999, 2004a) beziehen, wurde in der Erstellung des Fragebogens besonders auf das Sprachniveau der Fragestellungen und auf den Zeitaspekt geachtet.

5.2.1 Entwicklung und Beschreibung des Fragebogens:

Bei der Erstellung des Fragebogens waren die Überlegungen, Ausführungen und Beschreibungen URBANS (1991, 1999, 2004a) zu dem von ihm entwickelten „Komponentenmodell der Kreativität“ grundlegend. Daher wurden darauf aufbauend die Items des Fragebogens formuliert. Aus der mathematisch-fachdidaktischen Beschäftigung mit der Gestaltung von Aufgaben, die kreative Prozesse im Mathematikunterricht ermöglichen, wurden Beispiele dazu in den Fragebogen aufgenommen. Weiters wurden Fragen aus der österreichweit durchgeführten internationalen Studie „TIMSS“ übernommen. Die ausgewählten Items aus dem Schülerfragebogen der Studie sollen als Hilfestellung dienen, um ein eventuell mögliches a-typisches Antwortverhalten in der Untersuchung zu den Handlungsoptionen im Fach Mathematik hinsichtlich der Kreativitätskomponenten nach URBAN (1991, 2004a) aufzuzeigen.

Der in der Untersuchung verwendete Fragebogen kann in vier Themenbereiche geteilt werden.

- A) Demografische Daten zum Geschlecht der Lernenden, Schulstufe, Leistungsgruppe im Fach Mathematik, Zeugnisnote im Fach Mathematik, Geschlecht der im Fach Mathematik unterrichtenden Lehrperson
- B) Unterrichtstätigkeiten im Fach Mathematik
- C) Handlungsoptionen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten im Fach Mathematik

D) Bearbeitung offener Aufgabenstellungen im Fach Mathematik

In der Gestaltung des Fragebogens wurden die Items der Bereiche „Unterrichtstätigkeiten im Mathematikunterricht“ und „Handlungsoptionen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten“ als fortlaufende Fragen angeordnet und an den Anfang der Befragung gestellt, sodass sich der Fragebogen für die Schülerinnen und Schüler optisch als dreigeteilt ergab. In die Mitte wurden die Items zu den demografischen Daten gestellt, um damit auch strukturell einen Unterbruch zu erreichen, der die nachfolgende geänderte Anweisung „Ist dir so eine Aufgabe schon gestellt worden?“ hervorheben soll. Ein weiteres Anliegen war es, den Schülerinnen und Schülern nach dem konzentrierten Durcharbeiten von 38, teilweise längeren, Fragestellungen durch das Ausfüllen der demografischen Daten eine Entspannung zu ermöglichen. An den Schluss des Fragebogens wurden sechs Items gestellt, die sich auf das Bearbeiten von geöffneten Aufgaben im Mathematikunterricht beziehen. In Summe wurden 49 Items den Schülerinnen und Schülern zur Beantwortung vorgelegt. Neun davon wurden dem Schülerfragebogen der Studie „TIMSS“ entnommen, 27 bezogen sich auf die Handlungsoptionen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten, sechs fragten die Häufigkeit der Bearbeitung geöffneten Aufgabenstellungen ab und in fünf Items machten die Schülerinnen und Schüler demografische Angaben. In allen 44 Items zum Mathematikunterricht wurde eine vierteilige, ordinalskalierte Antwortmöglichkeit zum Ankreuzen geboten.

5.2.1.1 Items zum Themenbereich der Unterrichtstätigkeiten im Fach Mathematik

Alle neun Items sind dem „Schülerfragebogen“ (IEA 2008, S. 11) der Studie „TIMSS“ entnommen.

	fast immer	ziemlich oft	manch- mal	nie
1 Mein Lehrer, meine Lehrerin zeigt uns, wie wir mathematische Probleme lösen können.	☐	☐	☐	☐
2 Wir schreiben von der Tafel ab.	☐	☐	☐	☐

3 Wir werden mündlich geprüft oder schreiben einen Test.	☐	☐	☐	☐
4 Wir arbeiten einzeln im Heft oder mit Arbeitsblättern.	☐	☐	☐	☐
5 Wir arbeiten an mathematischen Projekten.	☐	☐	☐	☐
6 Wir verwenden Taschenrechner.	☐	☐	☐	☐
7 Wir verwenden Computer.	☐	☐	☐	☐
8 Wir arbeiten zu zweit oder in kleinen Gruppen zusammen.	☐	☐	☐	☐
9 Wir verwenden bei der Lösung mathematischer Probleme Dinge des täglichen Lebens.	☐	☐	☐	☐

Abbildung 6: Items zum Themenbereich der Unterrichtstätigkeiten (IEA 2008, S. 11).

5.2.1.2 Items zum Themenbereich der Handlungsoptionen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten im Fach Mathematik

Die Items 10 bis 38 des Fragebogens beziehen sich auf das von URBAN (1991, 2004a) entwickelte Komponentenmodell der Kreativität. In die Entwicklung der einzelnen Items wurden von URBAN (1999, 2004a) formulierte Fragen, die ihren Fokus auf kreativitätsfördernde aber auch kreativitätsbehindernde Bedingungen in Schule und Unterricht richten, herangezogen, und wenn nötig dem Sprachverständnis von Schülerinnen und Schülern der dritten bzw. vierten Klasse angepasst. Für einige Items wurden die Fragen so abgeändert, dass sie speziell auf die Handlungsoptionen im Fach Mathematik zielen. So lautet z. B. die von URBAN (1999) formulierte Frage „Werden die Schüler dazu angehalten, sich nicht immer mit der ersten besten Lösung zufrieden zu geben?“ (URBAN 1999, S. 123) in dem Item „Ich werde dazu angehalten, mich nicht mit der erstbesten Lösung zufrieden zu geben.“ Oder „Erlauben Zeit und Organisation von Arbeit und Unterricht mehr als einen Lösungsversuch?“ (ebd.) wurde in dem Fragebogen mit den Worten „Im Unterricht habe ich Zeit mehr als einen Lösungsversuch zu machen“ ausgeführt. Die einzelnen Ränge wurden wie in den Fragen 1 bis 38 beginnend mit „fast immer“, „ziemlich oft“, „manchmal“ und „nie“ bezeichnet.

10 Im Mathematikunterricht habe ich die Möglichkeit eigene Lösungswege zu suchen.	☐	☐	☐	☐
11 Meine Lehrerin, mein Lehrer schätzt es, wenn ich originelle Lösungen bringe.	☐	☐	☐	☐
12 Im Unterricht suchen wir gemeinsam nach verschiedenen Lösungswegen.	☐	☐	☐	☐
13 Ich habe die Möglichkeit auch dann, wenn ein Beispiel schon erklärt wurde und von mir verstanden wurde, noch weitergehende Fragen zu stellen.	☐	☐	☐	☐
14 Im Unterricht habe ich Zeit mehr als einen Lösungsversuch zu machen.	☐	☐	☐	☐
15 Ich werde dazu angehalten, mich nicht mit der erstbesten Lösung zufrieden zu geben.	☐	☐	☐	☐
16 Meiner Lehrerin, meinem Lehrer ist der Lösungsverlauf sehr wichtig.	☐	☐	☐	☐
17 Meiner Lehrerin, meinem Lehrer ist die richtige Lösung sehr wichtig.	☐	☐	☐	☐
18 Wir besprechen die Auswirkung eines Lösungsweges.	☐	☐	☐	☐
19 Der Lösungsweg wird im Nachhinein betrachtet und gemeinsam darüber nachgedacht.	☐	☐	☐	☐
20 Ich kann mein eigenes spezielles Interesse in den Unterricht einbringen.	☐	☐	☐	☐
21 An Mathematikwettbewerben habe ich teilgenommen.	☐	☐	☐	☐
22 Ich beschäftige mich in meiner Freizeit mit Mathematik.	☐	☐	☐	☐
23 Ich kann mich im Unterricht lange mit einer Aufgabenstellung beschäftigen.	☐	☐	☐	☐
24 In meiner Schule gibt es für interessierte Schülerinnen und Schüler ein zusätzliches Lernangebot für Mathematik.	☐	☐	☐	☐
25 Meine Lehrerin, mein Lehrer schätzt es, wenn ich besonderen Einsatz zeige.	☐	☐	☐	☐
26 Wir versuchen im Unterricht bewusst Ablenkungen zu vermeiden.	☐	☐	☐	☐
27 Von meiner Lehrerin, meinem Lehrer erhalte ich Rückmeldung über meine Leistung.	☐	☐	☐	☐
28 Im Unterricht wiederholen wir zu oft.	☐	☐	☐	☐
29 Im Mathematikunterricht bekommen wir Aufgaben gestellt, bei denen wir selbst etwas herausfinden und erforschen sollen.	☐	☐	☐	☐
30 Meine Lehrerin, mein Lehrer schätzt Ideen, auch wenn sie nicht gleich zur richtigen Lösung führen.	☐	☐	☐	☐
31 Ich lerne aus den Beispielen etwas für den Alltag.	☐	☐	☐	☐

32 In Gruppen suchen wir nach außergewöhnlichen Lösungen.	☐	☐	☐	☐
33 Meine Lehrerin, mein Lehrer möchte, dass wir einen Lösungsweg selbständig entwickeln.	☐	☐	☐	☐
34 Den Mathematikunterricht finde ich spannend.	☐	☐	☐	☐
35 Fehlermachen ist erlaubt.	☐	☐	☐	☐
36 Wenn ich mit meiner Arbeit fertig bin, kann ich mir selbst aus verschiedenen Aufgaben eine neue suchen.	☐	☐	☐	☐
37 Im Unterricht entwickeln wir außergewöhnliche Ideen von Mitschülern weiter.	☐	☐	☐	☐
38 Im Unterricht bekomme ich Aufgaben gestellt, die durch Probieren zu verschiedenen Lösungen führen.	☐	☐	☐	☐

Abbildung 7: Items zum Themenbereich der Handlungsoptionen

5.2.1.3 Items zu den demografischen Daten

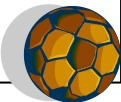
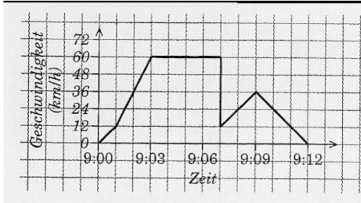
Durch diesen Itemblock werden Angaben zum Geschlecht der Lernenden und der Lehrenden erfasst. Weiters wird die Schulstufe, die Leistungsgruppe im Fach Mathematik und die letzte Zeugnisnote im Fach Mathematik abgefragt.

Angeordnet wurde der Block bewusst nach den Items zum Themenbereich der Handlungskomponenten hinsichtlich der Kreativitätskomponenten im Fach Mathematik und noch vor den Fragestellungen zur Bearbeitung offener Aufgaben, wodurch eine optische Teilung der 44 Items in drei Einheiten erreicht wurde.

5.2.1.4 Items zum Themenbereich der Bearbeitung offener Aufgabenstellungen im Fach Mathematik

Die Fragestellungen in den Items 39 bis 44 wurden aus Beispielen der mathematisch-didaktischen Überlegungen zur Gestaltung offener Aufgaben im Mathematikunterricht entwickelt. So wurde z. B. wie von LEHMANN (2000) angeregt, das Item 41 formuliert: „Finde eine Geschichte zu Karins Autofahrt!“ Dazu wurde ein Diagramm abgebildet. In der Beantwortung der Items sollten die Schülerinnen und Schüler immer einschätzen, ob ihnen so eine Aufgabenstellung

im Mathematikunterricht schon „oft“, „ziemlich oft“, „manchmal“ oder auch noch „nie“ gestellt worden ist. Bei der Auswahl der Beispiele wurde auch darauf geachtet, dass deren Inhalte bereits von Schülerinnen und Schülern der dritten Klassen bearbeitet werden können. So wurde z. B. aus der von HERGET (2000) vorgeschlagenen Aufgabe ein Gleichungssystem mit der Lösungsmenge „ $\{(1/3)\}$ “ aufzustellen, die Aufgabenstellung „Erfinde eine Gleichung mit der Lösung $\{4\}$ “ formuliert. Die Absicht durch Umkehr der Fragestellung mehrere, voneinander unterscheidbare Lösungen, d. h. Gleichungen zu erhalten, wurde durch die Umformulierung beibehalten und auch berücksichtigt, dass die Bearbeitung von Gleichungssystemen erst im Lehrplan für Hauptschulen (gültig seit 11. Mai 2000) der vierten Klasse enthalten ist (vgl. BMUKK 2009a, S. 8). In dem Item 39 „Wie viele Fußbälle benötigt man für die Fußball EM?“ wurde z. B. „EM“ statt „WM“, wie in der von KITTEL/MARXER (2005) vorgeschlagenen Aufgabenstellung, eingesetzt, da im Monat der Befragung in Wien die Fußball EM statt fand.

		oft	ziemlich oft	manchmal	nie
39	Wie viele Fußbälle benötigt man für die Fußball-EM? 	☐	☐	☐	☐
40	Erfinde eine Gleichung mit der Lösung $\{4\}$	☐	☐	☐	☐
41	Finde eine Geschichte zu Katrins Autofahrt: 	☐	☐	☐	☐
42	Verbinde die neun Kreise mit drei zusammenhängenden Strecken! 	☐	☐	☐	☐

43 Noch engagieren sich 20 Prozent der Bürger ehrenamtlich, doch laut einer Studie wird es bald nur noch jeder fünfte sein. Schreibe einen Leserbrief zu dem Zeitungsartikel?	☐	☐	☐	☐
44 Familie Bauer heizt ihr Haus mit Öl. Sie haben einen 5000 Liter Tank und verbrauchen 250 Liter Öl im Monat. Als noch 500 Liter im Tank sind, wird Öl bestellt. Da der Ölpreis mit 1,17€ hoch ist, bestellen sie nur 250 Liter. Nach zwei Monaten ist der Ölpreis auf 1,04€ gesunken. Familie Bauer lässt nun den Tank ganz füllen. Wie viel müssen sie insgesamt für ihr Öl bezahlen. Ändere die Aufgabe so, dass eine einfachere Aufgabe entsteht.	☐	☐	☐	☐

Abbildung 8: Items zum Themenbereich der Bearbeitung offener Aufgabenstellungen

5.2.1.5 Praetest des Fragebogens

Da die Fragen nur zu einem Teil aus einem bestehenden Untersuchungsinstrument entnommen wurden, sollten durch einen Praetest die Verständlichkeit der Fragestellungen sowie die Dauer der Bearbeitung erhoben, und die Anordnung der Frageblöcke wie auch die Einleitung in der Befragungssituation getestet werden. Um im Besonderen das sprachliche Niveau des Fragebogens auf Schülerinnen und Schüler der dritten bzw. vierten Klasse an Hauptschulen abzustimmen, wurden für den Praetest zwölf Schülerinnen und Schüler der dritten Klassen ausgewählt und darauf geachtet, dass der Fragebogen Schülerinnen und Schülern aus allen drei Leistungsgruppen des Unterrichtsfaches Deutsch vorgelegt wurde. Bei der Prüfung der Verständlichkeit der Fragestellungen war zwei Befragten die Formulierung „Dinge des täglichen

Lebens“ (IEA 2008, S. 11) nicht ganz klar. Alle anderen Fragestellungen wurden nach Rückfrage von den Schülerinnen und Schülern als klar und verständlich bezeichnet. Daher wurden alle Fragestellungen in ihrer Formulierung beibehalten. Auch die oben erwähnte Fragestellung wurde im Fragebogen belassen, da sie erstens von den anderen Schülerinnen und Schülern als verständlich eingestuft wurde und zweitens als Item des „Schülerfragebogens“ (IEA 2008, S. 11) der Studie „TIMSS“ entnommen wurde, wodurch angenommen werden kann, dass dieses durch sorgfältige Vorbereitung der Untersuchung in den Fragebogen aufgenommen wurde. Da von den Schülerinnen und Schülern im Vortest alle Fragen bearbeitet wurden und auch die Anordnung der Fragenblöcke als eine gute empfunden wurde, konnte die Struktur des Fragebogens beibehalten werden. Die Bearbeitungsdauer betrug während des Praetests zwischen sieben und zehn Minuten, was der erwarteten Dauer entsprach und von den Schülerinnen und Schülern als zumutbarer Zeitrahmen empfunden wurde.

5.3 BESCHREIBUNG DER UNTERSUCHUNGSGRUPPE UND DER ERHEBUNGSDURCHFÜHRUNG

Da in der vorliegenden Untersuchung die Einschätzungen der Handlungsoptionen im Mathematikunterricht von Schülerinnen und Schülern der dritten und vierten Klassen an Hauptschulen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten nach URBAN (1991, 2004a) interessieren, umfasst die Grundgesamtheit, auf die sich die im Schuljahr 2007/08 in Niederösterreich erhobene qualifizierte Stichprobe bezieht, alle Schülerinnen und Schüler Niederösterreichs, die die dritte und vierte Klasse an Hauptschulen im Schuljahr 2007/08 in Niederösterreich besuchten.

Die in die Stichprobe eingegangenen 415 Fragebögen wurden von Schülerinnen und Schülern in neunzehn Klassen verschiedener Hauptschulen beantwortet. Dabei wurde an alle Schülerinnen und Schüler, die am Tag der Befragung in den dritten bzw. vierten Klassen einer Schule anwesend waren, und deren Erziehungsberechtigte der Befragung zugestimmt hatten, Fragebögen ausgegeben. Neun der anwesenden Schülerinnen bzw. Schüler nahmen aufgrund der fehlenden Zustimmung nicht teil. Je Schule wurde die Befragung in den

Stammklassen an einem Unterrichtstag durchgeführt. Nur an einer Schule konnte aus organisatorischen Gründen eine Klasse erst am folgenden Tag befragt werden. Die gesamte Erhebung wurde innerhalb von vier Wochen im Juni 2008 durchgeführt. Dabei wurden die Fragebögen im Beisein der jeweils unterrichtenden Lehrkraft von mir an die Schülerinnen und Schüler ausgeteilt und eine in allen Klassen gleich lautende begleitende mündliche Einführung gegeben. In keiner Klasse waren Lehrkräfte, die Mathematik in der betreffenden Schulstufe unterrichten, während des Ausfüllens der Fragebögen anwesend. Auch wurde die Untersuchung ausschließlich von mir geleitet und auftretende Fragen nur von mir beantwortet. Da die Fragebögen gleich wieder eingesammelt wurden und alle Schülerinnen und Schüler, die einen bekommen hatten, diesen auch ausgefüllt wieder abgegeben haben, wurde eine Rücklaufquote von 100% erreicht. Aus den erhaltenen Fragebögen mussten jedoch sieben Fragebögen aufgrund mehrerer fehlender Antworten oder auch Mehrfachantworten als ungültig angesehen werden. Schlussendlich konnten 415 Fragebögen zur Auswertung herangezogen werden. Die vorliegende Stichprobe kann als eine qualifizierte, repräsentative Stichprobe bezeichnet werden (vgl. BORTZ 2005⁶, S. 85ff).

5.4 AUSWERTUNG DER DATEN UND DARLEGUNG DER ERGEBNISSE

5.4.1 Deskriptive Auswertung der demografischen Daten

Von 415 befragten Schülerinnen und Schülern kreuzten 182 weiblich und 233 männlich an. Das entspricht einer prozentuellen Aufteilung von 44% Mädchen zu 56% Buben in der vorliegenden Stichprobe.

Geschlecht					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	weiblich	182	43,9	43,9	43,9
	männlich	233	56,1	56,1	100,0
	Gesamt	415	100,0	100,0	

Tabelle 1: Häufigkeiten der Geschlechterverteilung

221 aller Schülerinnen und Schüler besuchten die dritte Klasse (7. Schulstufe) an Hauptschulen und 194 die vierte Klasse (8. Schulstufe). Das zeigt, dass der Anteil an Schülerinnen und Schüler der 7. Schulstufe um 27 Personen oder 6% höher ist als jener der 8. Schulstufe.

Klasse					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	3. Klasse	221	53,3	53,3	53,3
	4. Klasse	194	46,7	46,7	100,0
	Gesamt	415	100,0	100,0	

Tabelle 2: Häufigkeiten der Klassenverteilung

Von 415 Schülerinnen und Schülern gaben 200 an, die erste Leistungsgruppe zu besuchen. 133 davon gaben an im Fach Mathematik in der zweiten Leistungsgruppe unterrichtet zu werden und 82 in der dritten Leistungsgruppe. In Prozent angegeben besuchen 48% aller befragten Schülerinnen und Schüler die erste Leistungsgruppe, 32% die zweite Leistungsgruppe und 20% die dritte Leistungsgruppe im Fach Mathematik.

Leistungsgruppe					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	1.LLeistungsgruppe	200	48,2	48,2	48,2
	2.LLeistungsgruppe	133	32,0	32,0	80,2
	3.LLeistungsgruppe	82	19,8	19,8	100,0
	Gesamt	415	100,0	100,0	

Tabelle 3: Häufigkeiten der Leistungsgruppenverteilung

Von den 415 befragten Schülerinnen und Schülern gaben 59% an, von einer Lehrerin unterrichtet zu werden. Das entspricht dem Absolutwert von 245 aller Nennungen. 41% oder 170 Schülerinnen und Schüler gaben an von einem Lehrer unterrichtet zu werden.

Geschlecht der Lehrperson					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	weiblich	245	59,0	59,0	59,0
	männlich	170	41,0	41,0	100,0
	Gesamt	415	100,0	100,0	

Tabelle 4: Häufigkeiten der Lehrpersonen

Die häufigste Nennung aller Zeugnisnoten über alle Leistungsgruppen hinweg war die Note Befriedigend mit 143 oder 35% aller befragten Schülerinnen und Schüler. 120 Schülerinnen und Schüler, das sind 29%, gaben an, zuletzt im Fach Mathematik die Note Gut erhalten zu haben. Von 23% oder 97 Schülerinnen und Schüler war, deren Angaben nach, die letzte Zeugnisnote Genügend. Sehr gut kreuzten 43 Schülerinnen und Schüler, das sind 10% aller Befragten, an. 11 Schülerinnen und Schüler, das sind 3%, gaben Nicht genügend als Note an. Nur einmal wurde keine Angabe zur Zeugnisnote gemacht.

Zeugnisnote					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	Sehr gut	43	10,4	10,4	10,4
	Gut	120	28,9	29,0	39,4
	Befriedigend	143	34,5	34,5	73,9
	Genügend	97	23,4	23,4	97,3
	Nicht genügend	11	2,7	2,7	100,0
	Gesamt	414	99,8	100,0	
Fehlend	System	1	,2		
Gesamt		415	100,0		

Tabelle 5: Häufigkeiten der Zeugnisnoten

5.4.2 Deskriptive Auswertung der Unterrichtstätigkeiten im Fach Mathematik

Die unter diesem Themenbereich zusammengefassten Fragen wurden dem „Schülerfragebogen“ (IEA 2008, S. 11) der Studie „TIMSS“ entnommen und den Schülerinnen und Schülern gleich lautend gestellt.

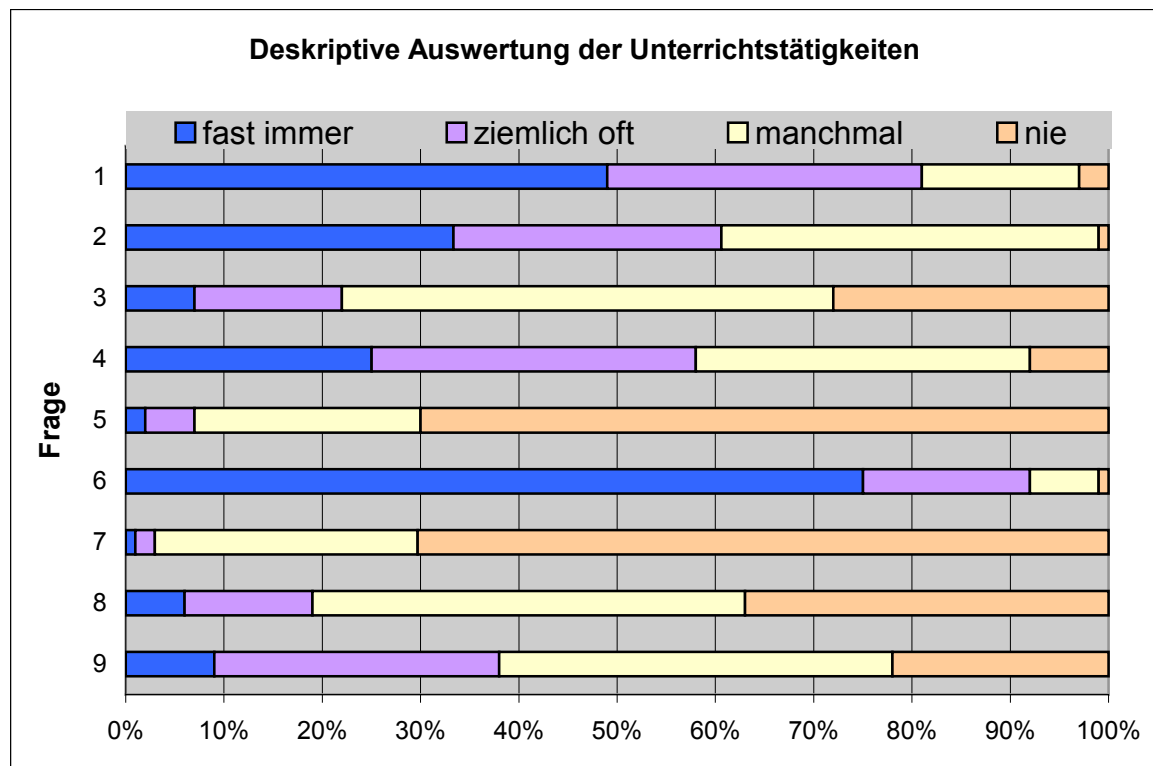


Abbildung 9: Diagramm (Deskriptive Auswertung der Unterrichtstätigkeiten)

Aus den Angaben der 415 befragten Schülerinnen und Schüler kann entnommen werden, dass fast die Hälfte (49%) der Meinung sind, dass im Mathematikunterricht „fast immer“ die Lehrenden zeigen, wie mathematische Probleme gelöst werden können. 31% oder 130 der Schülerinnen und Schüler geben an, dass sie meinen, dass dies „ziemlich oft“ der Fall ist. Fasst man diese Angaben zusammen, so zeigt sich, dass 80% der Schülerinnen und Schüler angeben, dass sie das Lösen mathematischer Probleme im Unterricht sehr häufig gezeigt bekommen. Von den verbleibenden 20% gaben 14% an, dass dies

„manchmal“ im Unterricht stattfindet. 6% kreuzten „nie“ an und 1% machte dazu keine Angaben.

Auf die Frage „Wir schreiben von der Tafel ab“ zeigt sich ein uneinheitliches Meinungsbild der Befragten. So sind 38% der Meinung, dass sie „manchmal“ von der Tafel abschreiben, 33% meinen, dass dies „fast immer“ vorkommt und 27% schreiben „ziemlich oft“ von der Tafel ab. Nur ein Prozent meint, dass dies „nie“ der Fall ist.

Die Hälfte aller Schülerinnen und Schüler geben an, dass sie die Erfahrung gemacht haben „manchmal“ mündlich geprüft zu werden oder einen Test zu schreiben. Etwas mehr als ein Viertel (28%) ist der Meinung, dass dies nicht zutrifft. Dies bedeutet, dass 78% aller Schülerinnen und Schüler angeben, selten mündlich geprüft zu werden.

141 Schülerinnen und Schüler arbeiten nach eigenen Angaben „manchmal“ einzeln im Heft oder mit Arbeitsblättern. Dies entspricht 34%. Es geben aber fast ebenso viele an, nämlich 136 oder 33%, dass sie „ziemlich oft“ dies tun. Ein Viertel aller Befragten ist der Meinung, dass sie „fast immer“ einzeln im Heft oder mit Arbeitsblättern arbeiten. 8% der Schülerinnen und Schüler verneinen, dass sie im Unterricht einzeln im Heft oder mit Arbeitsblättern arbeiten. Auch bei dieser Fragestellung zeigt sich keine eindeutige Dominanz einer Antwortmöglichkeit, was durch die Differenz von fünf absoluten Häufigkeiten zwischen den Rängen „manchmal“ und „ziemlich oft“ noch verdeutlicht wird. Immerhin noch ein Viertel sagt, dass sie „fast immer“ einzeln im Heft oder mit Arbeitsblättern im Unterricht arbeiten.

Ganz anders zeigt sich die Verteilung der Häufigkeiten in der Frage nach dem Arbeiten an mathematischen Projekten. 70% aller Schülerinnen und Schüler kreuzten „nie“ an und 23% „manchmal“. Fasst man beide Ränge zusammen so ergibt sich, dass 93% aller Befragten der Meinung sind „selten“ an mathematischen Projekten zu arbeiten.

Von den befragten Schülerinnen und Schülern der dritten und vierten Klassen gaben 75% an, im Unterricht den Taschenrechner „fast immer“ zu verwenden, 17% „ziemlich oft“ und 7% „manchmal“. Nur drei Schülerinnen bzw. Schüler gaben an, „nie“ mit dem Taschenrechner im Unterricht zu arbeiten. Aus dieser Verteilung kann der Schluss gezogen werden, dass 92% aller Schülerinnen und Schüler die Erfahrung gemacht haben den Taschenrechner im Mathematikunterricht sehr häufig zu verwenden.

Ein noch höherer kumulierter Wert (97%) lässt sich hinsichtlich der Verwendung des Computers im Mathematikunterricht bilden. Zu diesem Ergebnis gelangt man, indem man die Werte der Ränge „manchmal“ (26%) und „nie“ (71%) zusammengefasst. Nur 12 Schülerinnen bzw. Schüler gaben an, den Computer „fast immer“ bzw. „ziemlich oft“ zu verwenden; dies entspricht 3% aller Befragten, wodurch deutlich zum Ausdruck kommt, dass nach Einschätzung der Schülerinnen und Schüler sehr selten der Computer im Mathematikunterricht verwendet wird.

Die Frage „Wir arbeiten zu zweit oder in kleinen Gruppen zusammen“ wurde von 44% der Schülerinnen und Schüler mit „manchmal“ beantwortet. 37% gaben an, dass sie „nie“ zu zweit oder in kleinen Gruppen arbeiten. Hingegen arbeiten 12% ihrer Meinung nach „ziemlich oft“ und 6% „fast immer“ in diesen Sozialformen im Mathematikunterricht.

40% der Schülerinnen und Schüler verwenden ihrer Einschätzung nach Dinge des täglichen Lebens „manchmal“ im Unterricht. 28% von ihnen geben an, dass sie diese „ziemlich oft“ verwenden. 22% sagen, dass sie „nie“ Dinge des täglichen Lebens im Fach Mathematik verwenden und 9% geben „fast immer“ an. 8 Schülerinnen und Schüler, das sind 2% aller Befragten, haben diese Frage nicht beantwortet.

In der Betrachtung der Einschätzung durch die Schülerinnen und Schüler, wie oft sie Dinge des täglichen Lebens im Unterricht verwenden, zeigt sich ein uneinheitliches Bild. Der am häufigsten genannte Rang „manchmal“ (40%) weist eine höhere Differenz zum zweithäufigst genannten Rang „ziemlich oft“ (28%) auf,

als dieser zum dritthäufigst genannten „nie“. In absoluten Zahlen bedeutet dies, dass um 27 mehr Schülerinnen bzw. Schüler meinen, in ihrem Unterricht Dinge des täglichen Lebens „ziemlich oft“ zu verwenden, als jene, die „nie“ angegeben haben.

5.4.3 Deskriptive Auswertung der Handlungsoptionen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten im Fach Mathematik

Alle Fragen, die den Schülerinnen und Schülern zu den Handlungsoptionen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten gestellt wurden, boten eine vierstufige Antwortmöglichkeit. Wobei „fast immer“, das mit dem Skalenwert 4 versehen wurde, die größte Zustimmung bedeutet. Der niedrigste Skalenwert (1) wurde der Antwortmöglichkeit „nie“ zugeordnet. Zwischen den beiden Extremen liegen die Ränge „ziemlich oft“ und „manchmal“ mit den zugeordneten Skalenwerten drei und zwei.

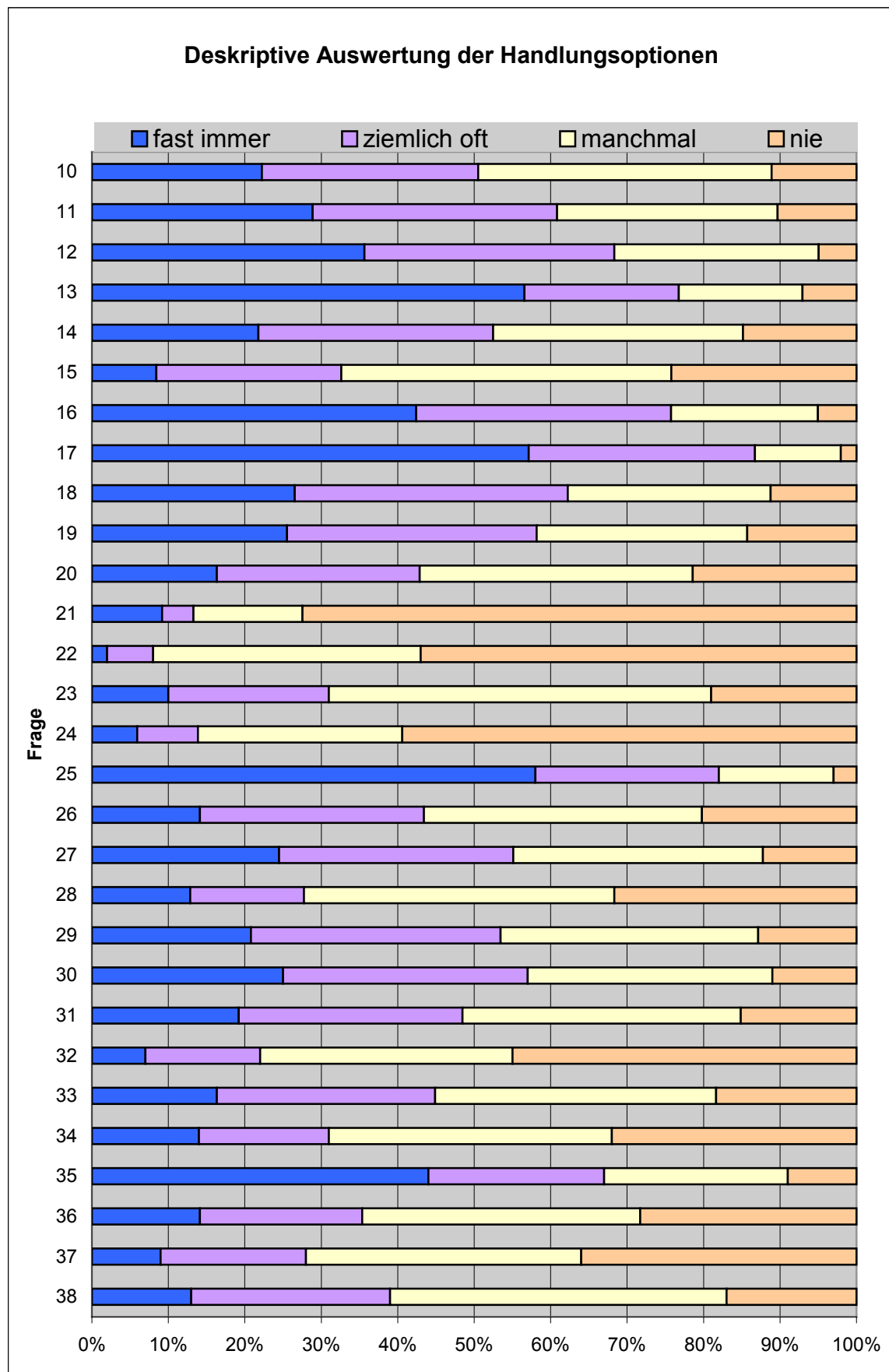


Abbildung 10: Deskriptive Auswertung der Handlungsoptionen

Die Möglichkeit im Mathematikunterricht nach eigenen Lösungswegen zu suchen sehen 38% aller Schülerinnen und Schüler „manchmal“ gegeben. 28% sehen die Möglichkeit dazu „ziemlich oft“ gegeben und 22% geben an, „fast immer“ nach eigenen Lösungswegen zu suchen. Hingegen meinen 11%, dass dies für sie „nie“ der Fall ist.

31% der Schülerinnen und Schüler meinen, dass ihre Lehrerin, ihr Lehrer es „ziemlich oft“ schätzt, wenn sie originelle Lösungen in den Unterricht einbringen. Jeweils 28% schätzen dies als „fast immer“ bzw. „manchmal“ ein und 10% sagen, dass dies „nie“ der Fall ist.

Die Frage nach der Einschätzung des gemeinsamen Suchens nach verschiedenen Lösungswegen wurde von 36% mit „fast immer“, von 33% mit „ziemlich oft“, von 27% mit „manchmal“ und von 5% mit „nie“ beantwortet.

Mehr als die Hälfte aller Befragten (56%) gibt an, dass sie im Unterricht „fast immer“ die Möglichkeit haben, weitergehende Fragen zu stellen. 20% schätzen diese als „ziemlich oft“ ein. 16% sehen diese als „manchmal“ gegeben an und 7% als „nie“.

Eine Tendenz hin zu den beiden mittleren Rängen zeigt sich bei der Frage, ob die Schülerinnen und Schüler Zeit haben, um mehr als einen Lösungsversuch zu machen. 33% kreuzten „manchmal“ an und 31% „ziemlich oft“. Die verbleibenden Angaben teilen sich zu 15% auf die Antwortmöglichkeit „nie“ und „fast immer“ mit 22% auf.

„Ich werde dazu angehalten, mich nicht mit der erstbesten Lösung zufrieden zu geben“ wurde von 41% der Befragten mit „manchmal“, von 23% sowohl mit „nie“ als auch mit „ziemlich oft“ und von 8% mit „fast immer“ beantwortet. 16 Schülerinnen und Schüler, das entspricht 4% aller Befragten, haben zu dieser Frage keine Angabe gemacht.

Dass der Lösungsverlauf den Lehrenden „fast immer“ wichtig ist, meinen 42%. 33% geben an, dass dies „ziemlich oft“ zutrifft und 19% „manchmal“. 5% der Schülerinnen und Schüler kreuzten „nie“ an.

Hinsichtlich der Wichtigkeit der richtigen Lösung kreuzte mehr als die Hälfte aller Schülerinnen und Schüler (56%) „fast immer“ an. „Ziemlich oft“ meinen 29% und 11% „manchmal“. 2% sind der Meinung, dass die richtige Lösung für die Lehrenden „nie“ wichtig ist.

Ein gemeinsames Gespräch über die Auswirkung des Lösungsweges findet für 35% „ziemlich oft“ statt. Jeweils 26% Zustimmung erhielten die Ränge „fast immer“ und „manchmal“ zu dieser Frage. Für 11% wird „nie“ über die Auswirkung eines Lösungsweges gesprochen.

Das Antwortverhalten zu der Frage nach dem gemeinsamen Nachdenken über den Lösungsweg und dem Betrachten im Nachhinein zeigt die Verteilung von 32% („ziemlich oft“), 27% („manchmal“), 25% („fast immer“) und 14% („nie“).

Die Möglichkeit, ihr spezielles Interesse in den Unterricht einzubringen, sehen 35% der Schülerinnen und Schüler „manchmal“ und 26% „ziemlich oft“ gegeben. Für 21% trifft dies „nie“ zu und 16% geben an, ihr spezielles Interesse „fast immer“ in den Unterricht einbringen zu können.

71% aller Schülerinnen und Schüler kreuzten an, noch „nie“ an Mathematikwettbewerben teilgenommen zu haben. 35% haben „manchmal“ teilgenommen, 6% „ziemlich oft“ und 2% nehmen aus ihrer Sicht „fast immer“ teil.

Mehr als die Hälfte (57%) gibt an, sich in der Freizeit „nie“ mit Mathematik zu beschäftigen. 35% beschäftigen sich eigenen Angaben nach „manchmal“ und 6% „fast immer“ mit Mathematik. 2% gaben „fast immer“ an.

Genau die Hälfte (50%) der Befragten meint, sich im Unterricht „manchmal“ lange mit einer Aufgabe beschäftigen zu können. 21% schätzen diese Möglichkeit als

„ziemlich oft“ ein, 19% sehen „nie“ die Möglichkeit zu einer langen Beschäftigung gegeben, hingegen meinen 10%, dass ihnen diese „fast immer“ geboten wird.

Ein zusätzliches Lernangebot für am Fach Mathematik interessierte Schülerinnen und Schüler wird an der Schule aus Sicht von 60% der Befragten „nie“ geboten. 27% geben an, dieses Angebot „manchmal“ zu erhalten. „Ziemlich oft“ geben 8% an und für 6% besteht dieses Angebot „fast immer“.

Die höchste Zustimmung erhält die Antwort, dass die Lehrenden „fast immer“ besonderen Einsatz ihrer Schülerinnen und Schüler schätzen. Dieser Meinung sind 58% aller Befragten. Fast ein Viertel (24%) hält dies für „ziemlich oft“ zutreffend und 15% für „manchmal“. 3% der Schülerinnen und Schüler meinen, dass ihr besonderer Einsatz „nie“ geschätzt wird.

Bewusste Ablenkung wird für 36% der Befragten „manchmal“ versucht zu vermeiden, für 29% „ziemlich oft“, für 20% „nie“ und für 14% „fast immer“.

32% der Schülerinnen und Schüler geben an, „manchmal“ Rückmeldung über ihre Leistung zu erhalten. Annähernd so viele (30%) erhalten ihrer Einschätzung nach „ziemlich oft“ Rückmeldung, 24% „fast immer“ und 12% „nie“.

Die Frage, ob zu oft im Unterricht wiederholt wird, wurde von allen beantwortet. 41% sind der Meinung, dass sie „manchmal“ zu oft wiederholen und 32% antworteten mit „nie“. Für 15% findet das „ziemlich oft“, und für 13% „fast immer“, statt.

Aufgabenstellungen, in denen die Schülerinnen und Schüler selbst etwas herausfinden und erforschen sollen, werden aus Sicht von 34% aller Befragten „manchmal“ und für 33% „ziemlich oft“ im Unterricht gestellt. 21% meinen, dass sie solche Aufgaben „fast immer“ gestellt bekommen und 13% meinen „nie“.

32% aller Befragten geben an, dass ihre Lehrenden „ziemlich oft“ Ideen schätzen, auch wenn diese nicht gleich zur richtigen Lösung führen. Gleich viele (32%) kreuzten „manchmal“ an, ein Viertel (25%) „fast immer“ und 11% „nie“.

36% sind der Meinung, dass sie „manchmal“ aus den gestellten Aufgaben etwas für den Alltag lernen. 29% lernen nach eigener Einschätzung „ziemlich oft“ etwas für den Alltag daraus, 19% „fast immer“ und 15% „nie“.

Ob im Unterricht in Gruppen nach außergewöhnlichen Lösungen gesucht wird, verneinen 45% der Schülerinnen und Schüler. 33% sind der Meinung dass sie „manchmal“ in Gruppen nach außergewöhnlichen Lösungen suchen, 15% meinen „ziemlich oft“ und 7% „fast immer“.

Eine ähnliche Antworthäufigkeit wie auf die Frage, ob aus den Aufgabenstellungen im Mathematikunterricht etwas für den Alltag gelernt werden kann, zeigt die Frage, ob nach Einschätzung der Schülerinnen und Schüler sie von Lehrenden angehalten werden, selbständig Lösungswege zu entwickeln. 36% kreuzten „manchmal“ an und 28% „ziemlich oft“. 18% geben „nie“ an und 16% „fast immer“.

37% aller Befragten geben an, den Mathematikunterricht „manchmal“ spannend zu finden. Für 32% ist er „nie“ spannend und für 17% „ziemlich oft“. „Fast immer“ spannend finden 14% aller Schülerinnen und Schüler ihren Mathematikunterricht.

Die höchste Zustimmung zu der Frage, ob Fehlermachen im Unterricht erlaubt ist, erhielt der Rang „fast immer“ (44%). 24% meinen, dass „manchmal“ und 23%, dass „fast immer“ Fehlermachen erlaubt ist. 9% geben an, dass das Fehlermachen „nie“ erlaubt ist.

Nach Beendigung der gestellten Aufgaben geben 36% der Schülerinnen und Schüler an, dass sie sich „manchmal“ aus verschiedenen Aufgaben eine neue suchen können. Für 28% besteht nach ihren Angaben diese Möglichkeit „nie“. 21% finden sie ihrer Meinung nach „ziemlich oft“ vor und 14% geben an, dass sie sich „fast immer“ eine neue Aufgabe aussuchen.

Ob im Unterricht außergewöhnliche Ideen von Mitschülerinnen und Mitschülern weiterentwickelt werden, beantworten jeweils 36% aller Befragten mit „nie“ bzw. „manchmal“. 18% geben an „ziemlich oft“ und 9% entwickeln dem eigenen

Ermessen nach „fast immer“ außergewöhnliche Ideen ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler weiter.

44% bekommen aus ihrer Sicht „manchmal“ im Unterricht Aufgaben gestellt, die durch Probieren zu verschiedenen Lösungen führen. 26% meinen, „ziemlich oft“ solche Aufgabenstellungen zu bearbeiten. 17% geben an, dass sie „nie“ die Möglichkeit dazu haben und 13% meinen, „fast immer“ Aufgaben zu bearbeiten, die durch Probieren zu verschiedenen Lösungen führen.

5.4.4 Deskriptive Auswertung der Bearbeitung von geöffneten Aufgaben

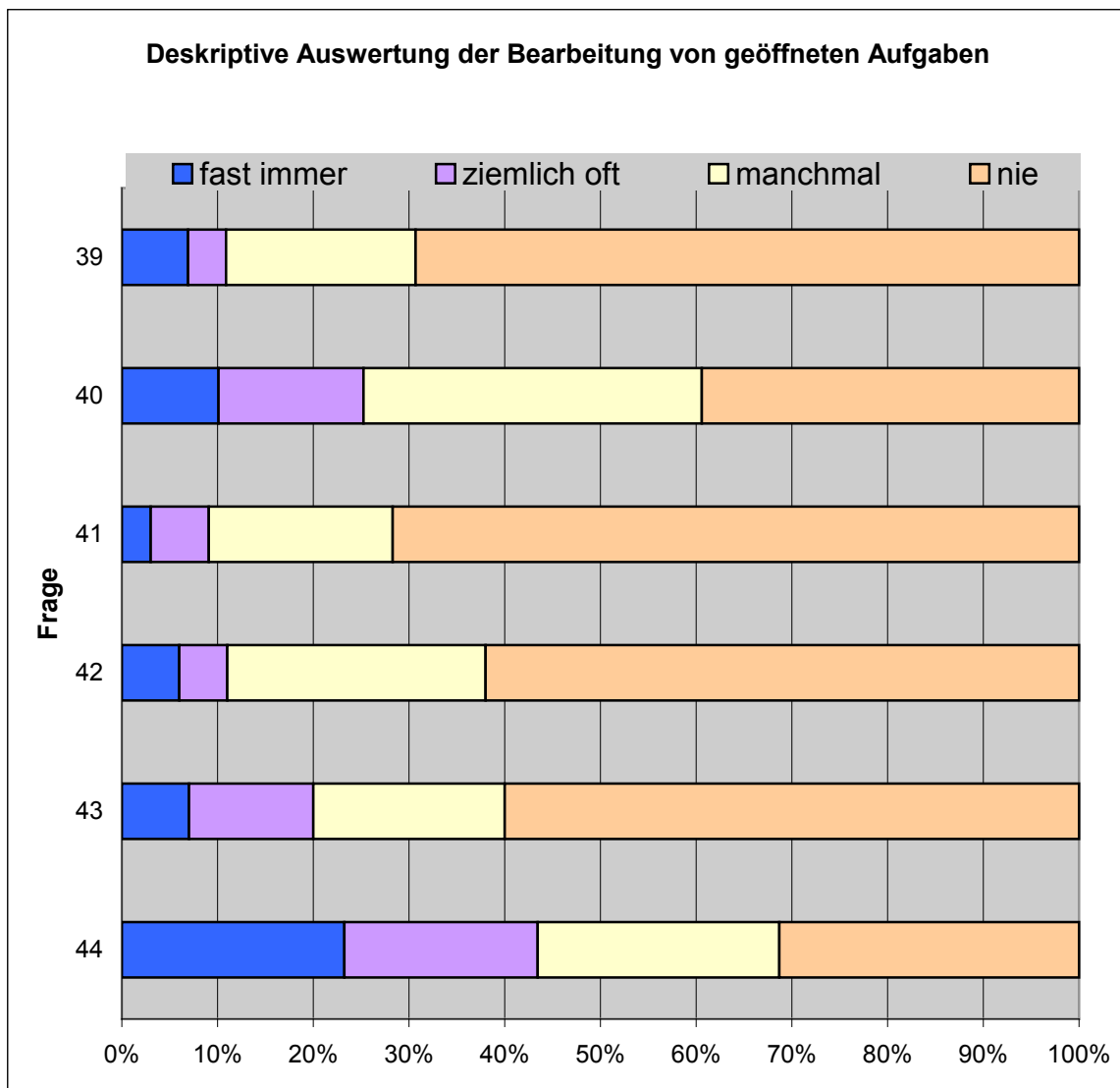


Abbildung 11: Diagramm (Deskriptive Auswertung der Bearbeitung von geöffneten Aufgaben)

Die Schülerinnen und Schüler wurden aufgefordert, die Häufigkeit anzugeben, mit der sie Aufgabenstellungen ähnlich dem Musterbeispiel „Wie viele Fußbälle benötigt man für die Fußball-EM?“ bearbeiten. 70% aller Befragten geben an, dass sie solche Aufgaben „nie“ bearbeiten. 20% meinen „manchmal“, 4% „ziemlich oft“ und 7% „oft“.

Anders verteilt zeigt sich die Antworthäufigkeit auf die Frage nach dem Erfinden einer Gleichung zu einer gegebenen Lösung. Hier geben 39% an, dass sie „nie“ eine Gleichung finden müssen und 35% erklären, dass sie dies „manchmal“ suchen. 15% geben an, so eine Aufgabe „ziemlich oft“ und 10% „oft“ zu bearbeiten.

71% geben an, dass sie „nie“ eine Geschichte zu einem Diagramm erfinden müssen. 19% erfinden, eigener Einschätzung nach, „manchmal“ eine Geschichte im Mathematikunterricht, 6% „ziemlich oft“ und 3% „oft“.

62% der Schülerinnen und Schüler sind der Meinung, dass ihnen eine Aufgabe, in der sie Kreise durch einen geschlossenen Streckenzug verbinden sollen, noch „nie“ im Mathematikunterricht gestellt wurde. „Manchmal“ meinen 27% der Befragten so eine Aufgabe gestellt zu bekommen. Für 5% ist dies „ziemlich oft“ und für 6% „oft“ der Fall.

Einen Leserbrief zu einem Zeitungsartikel mit Prozent- und Bruchangaben meinen 60% noch „nie“ im Unterricht verfasst zu haben. 20% schätzen die Häufigkeit als „manchmal“ ein. 13% geben an, „ziemlich oft“ einen Leserbrief zu verfassen und 7% „oft“.

31% aller Schülerinnen und Schüler geben an, dass sie „nie“ Aufgaben ändern, damit einfachere entstehen. 25% meinen, dass sie „manchmal“ eine Vereinfachung vornehmen. 23% werden „oft“ dazu aufgefordert und 20% „ziemlich oft“.

5.4.5 Vergleich der Unterrichtstätigkeiten im Fach Mathematik

Dem Vergleich liegen neun Items des „Schülerfragebogens“ (IEA 2008, S. 11) der Studie „TIMSS“ zugrunde, die den Schülerinnen und Schülern im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ebenfalls gestellt wurden. Zur Hypothesenprüfung hinsichtlich des Antwortverhaltens der Schülerinnen und Schüler zu diesen Fragen wurden zweidimensionale Kreuztabellen verwendet. Als neue, zweigeteilte Variable wurde „Gruppe“ eingeführt, die aus den Rohwerten der Untersuchung „TIMSS“ und jenen der Befragung der Schülerinnen und Schüler der dritten und vierten Klasse im Fach Mathematik „MA“ gebildet wurde, wodurch eine Differenzierung der beiden Untersuchungen möglich wird. Zur Überprüfung der Signifikanz des Zusammenhangs der Merkmale aus den Zeilen und Spalten wurde der Chi²-Test nach Pearson herangezogen und ein Signifikanzniveau von $\alpha = ,05$ angenommen.

Prüfung der Hypothese V1

$H_{0/V1}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Frage, ob der Lehrer, die Lehrerin zeigt, wie mathematische Probleme gelöst werden können.

$H_{A/V1}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Frage, ob der Lehrer, die Lehrerin zeigt, wie mathematische Probleme gelöst werden können.

**1 Mein Lehrer, meine Lehrerin zeigt uns, wie wir mathematische Probleme lösen können. * Gruppe
Kreuztabelle**

			Gruppe		
			TIMSS	MA	Gesamt
1 Mein Lehrer, meine Lehrerin zeigt uns, wie wir mathematische Probleme lösen können.	nie	Anzahl	187	14	201
		% von Gruppe	3,3%	3,4%	3,3%
	manchmal	Anzahl	1090	65	1155
		% von Gruppe	19,5%	15,8%	19,2%
	ziemlich oft	Anzahl	1700	130	1830
		% von Gruppe	30,4%	31,6%	30,5%
	fast immer	Anzahl	2612	203	2815
		% von Gruppe	46,7%	49,3%	46,9%
Gesamt	Anzahl		5589	412	6001
	% von Gruppe		100,0%	100,0%	100,0%

Tabelle 6: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten-Frage 1

Es besteht kein signifikanter Unterschied ($p = ,326$) zwischen den Einschätzungen der Schülerinnen und Schüler der beiden Untersuchungen hinsichtlich der Frage, ob die Lehrkraft den Schülerinnen und Schülern zeigt wie mathematische Probleme gelöst werden können. Demnach besteht kein Unterschied im Antwortverhalten der Schülerinnen und Schüler der beiden Untersuchungen und die Nullhypothese kann beibehalten werden. In beiden Untersuchungen sind die Befragten zu 47% bzw. 49% der Meinung, dass ihnen „fast immer“, also im überwiegenden Ausmaß, im Unterricht das Lösen mathematischer Probleme gezeigt wird und 30% bzw. 32% geben „ziemlich oft“ an.

Prüfung der Hypothese V2

$H_{0/V2}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich des Abschreibens von der Tafel.

$H_{A/V2}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich des Abschreibens von der Tafel.

2 Wir schreiben von der Tafel ab. * Gruppe Kreuztabelle

			Gruppe		
			TIMSS	MA	Gesamt
2 Wir schreiben von der Tafel ab.	nie	Anzahl	122	6	128
		% von Gruppe	2,2%	1,4%	2,1%
	manchmal	Anzahl	1290	159	1449
		% von Gruppe	23,1%	38,3%	24,1%
	ziemlich oft	Anzahl	1629	113	1742
		% von Gruppe	29,1%	27,2%	29,0%
	fast immer	Anzahl	2551	137	2688
		% von Gruppe	45,6%	33,0%	44,7%
Gesamt	Anzahl		5592	415	6007
	% von Gruppe		100,0%	100,0%	100,0%

Tabelle 7: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten-Frage 2

Die Berechnung von χ^2 nach Pearson ergibt eine asymptotische Signifikanz ($p = ,000$). Aufgrund dieses höchst signifikanten Ergebnisses muss die Annahme, dass kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich des Abschreibens von der Tafel besteht, verworfen werden. Hinsichtlich der häufigsten Nennungen kann eine Verschiebung im Antwortverhalten zwischen den beiden Untersuchungen festgestellt werden. Der Vergleich der Prozentsätze zeigt eine deutliche Differenz in den Rängen „fast immer“ und „manchmal“. Beträgt die höchste prozentuelle Häufigkeit der Spalte „TIMSS“ 46% und liegt in dem Rang „fast immer“, so ist der höchste Prozentsatz in der Spalte „MA“ unter „manchmal“ mit 38% zu finden. Vergleicht man die prozentuellen Werte innerhalb der Ränge so zeigt sich, dass um 13% weniger häufig die Schülerinnen und Schüler in der Befragung der dritten und vierten Klassen angeben „fast immer“ von der Tafel abzuschreiben. Gleichzeitig meinen um 15% mehr der Befragten, dass sie „manchmal“ von der Tafel abschreiben. Deutlich geringer sind die Unterschiede in den beiden anderen Rängen „ziemlich oft“ und „nie“.

Prüfung der Hypothese V3

$H_{0/V3}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Frage nach mündlichen Prüfungen oder des Schreibens von Tests.

$H_{A/V3}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Frage nach mündlichen Prüfungen oder des Schreibens von Tests.

3 Wir werden mündlich geprüft oder schreiben einen Test * Gruppe Kreuztabelle

			Gruppe		
			TIMSS	MA	Gesamt
3 Wir werden mündlich geprüft oder schreiben einen Test	nie	Anzahl	1840	115	1955
		% von Gruppe	33,0%	28,0%	32,7%
	manchmal	Anzahl	2531	206	2737
		% von Gruppe	45,4%	50,1%	45,8%
	ziemlich oft	Anzahl	700	60	760
		% von Gruppe	12,6%	14,6%	12,7%
	fast immer	Anzahl	500	30	530
		% von Gruppe	9,0%	7,3%	8,9%
	Gesamt	Anzahl	5571	411	5982
		% von Gruppe	100,0%	100,0%	100,0%

Tabelle 8: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten-Frage 3

Der Unterschied ist nicht signifikant ($p = ,063$). Zwischen den beiden Untersuchungen besteht daher kein Unterschied in den Einschätzungen der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Frage nach mündlichen Prüfungen oder des Schreibens von Tests. In beiden Untersuchungen wird „manchmal“ am häufigsten genannt (45% bzw. 50%). Ein Drittel bzw. 28% geben an, dass sie „nie“ mündlich geprüft werden oder einen Test schreiben. Fasst man beide Ränge zusammen, so geben mehr als Dreiviertel aller Befragten Schülerinnen und Schüler in beiden Untersuchungen an, dass sie „manchmal“ bzw. „nie“ mündlich geprüft werden oder einen Test schreiben.

Prüfung der Hypothese V4

$H_{0/V4}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Einzelarbeit im Heft oder mit Arbeitsblättern.

$H_{A/V4}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Einzelarbeit im Heft oder mit Arbeitsblättern.

4 Wir arbeiten einzeln im Heft oder mit Arbeitsblättern * Gruppe Kreuztabelle

			Gruppe		
			TIMSS	MA	Gesamt
4 Wir arbeiten einzeln im Heft oder mit Arbeitsblättern	nie	Anzahl	764	33	797
		% von Gruppe	13,7%	8,0%	13,3%
	manchmal	Anzahl	2076	141	2217
		% von Gruppe	37,2%	34,1%	37,0%
	ziemlich oft	Anzahl	1334	136	1470
		% von Gruppe	23,9%	32,9%	24,5%
	fast immer	Anzahl	1403	103	1506
		% von Gruppe	25,2%	24,9%	25,1%
Gesamt		Anzahl	5577	413	5990
		% von Gruppe	100,0%	100,0%	100,0%

Tabelle 9: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten-Frage 4

Die Berechnung von χ^2 nach Pearson ergibt ein höchst signifikantes ($p = ,000$) Ergebnis, weshalb die Annahme, dass kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Einzelarbeit im Heft oder mit Arbeitsblättern besteht, aufgegeben werden muss. Geben in beiden Untersuchungen gleich viele Schülerinnen und Schüler an, dass sie „fast immer“ einzeln im Heft oder mit Arbeitsblättern arbeiten, so finden sich höhere Häufigkeitsunterschiede in den Rängen „ziemlich oft“ mit 24% zu 33% und „nie“ mit 14% zu 8%. Ein Vergleich der einzelnen Rangreihen je Untersuchung zeigt, dass in der Studie „TIMSS“ die Schülerinnen und Schüler am häufigsten angegeben haben, „manchmal“ (37%) einzeln im Heft oder mit Arbeitsblättern zu arbeiten. In der Untersuchung „MA“ erhielten die Ränge „manchmal“ (34%) und „ziemlich oft“ (33%) als häufigste Wahl annähernd gleich viel Zustimmung. Daher kann als Ausdruck der Verschiedenheit der Ergebnisse der beiden Untersuchungen angeführt werden, dass die Schülerinnen und Schüler in der Untersuchung „TIMSS“ am häufigsten der

Meinung sind, dass sie Aufgaben „manchmal“ in Einzelarbeit im Heft bzw. auf Arbeitsblättern lösen, hingegen in der Untersuchung „MA“ die Meinung vorliegt, dass „manchmal“ bzw. auch „ziemlich oft“ einzeln gearbeitet wird. Gleichheit besteht jedoch nach Ansicht von jeweils einem Viertel der Schülerinnen und Schüler darin, dass sie „fast immer“ einzeln arbeiten.

Prüfung der Hypothese V5

$H_{0/V5}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich des Arbeitens an mathematischen Projekten.

$H_{A/V5}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich des Arbeitens an mathematischen Projekten.

5 Wir arbeiten an mathematischen Projekten * Gruppe Kreuztabelle

			Gruppe		
			TIMSS	MA	Gesamt
5 Wir arbeiten an mathematischen Projekten	nie	Anzahl	4047	287	4334
		% von Gruppe	72,7%	70,0%	72,5%
	manchmal	Anzahl	1093	96	1189
		% von Gruppe	19,6%	23,4%	19,9%
	ziemlich oft	Anzahl	265	20	285
		% von Gruppe	4,8%	4,9%	4,8%
	fast immer	Anzahl	159	7	166
		% von Gruppe	2,9%	1,7%	2,8%
Gesamt	Anzahl	5564	410	5974	
	% von Gruppe	100,0%	100,0%	100,0%	

Tabelle 10: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten-Frage 5

Die Berechnung von χ^2 nach Pearson ergibt eine asymptotische Signifikanz ($p = ,175$). Aufgrund dieses nicht signifikanten Ergebnisses kann die Annahme, dass kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich des Arbeitens an mathematischen Projekten besteht, aufrecht bleiben. Die Verteilungen in der Tabelle zeigen eine deutliche Tendenz, wonach die Schülerinnen und Schüler der Ansicht sind „nie“ (73% bzw. 70%) an mathematischen Projekten zu arbeiten. 20% bzw. 23% geben an, „manchmal“ daran zu arbeiten.

Prüfung der Hypothese V6

$H_{0/V6}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Verwendung des Taschenrechners.

$H_{A/V6}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Verwendung des Taschenrechners.

6 Wir verwenden Taschenrechner * Gruppe Kreuztabelle

			Gruppe		
			TIMSS	MA	Gesamt
6 Wir verwenden Taschenrechner	nie	Anzahl	655	3	658
		% von Gruppe	11,7%	,7%	11,0%
	manchmal	Anzahl	488	30	518
		% von Gruppe	8,7%	7,2%	8,6%
	ziemlich oft	Anzahl	943	72	1015
		% von Gruppe	16,9%	17,4%	16,9%
	fast immer	Anzahl	3495	309	3804
		% von Gruppe	62,6%	74,6%	63,5%
Gesamt	Anzahl		5581	414	5995
	% von Gruppe		100,0%	100,0%	100,0%

Tabelle 11: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten-Frage 6

Der Unterschied ist höchst signifikant ($p = ,000$). Zwischen den Antwortverteilungen der beiden Untersuchungen besteht daher ein Unterschied hinsichtlich der Frage nach der Verwendung von Taschenrechnern. Dieser wird durch die Prozentwerte in den beiden Extremrängen „nie“ und „fast immer“ verdeutlicht. Geben 12% der Schülerinnen und Schüler der Studie „TIMSS“ an, dass sie „nie“ mit dem Taschenrechner arbeiten, so sind es in der Untersuchung „MA“ nur 1%. Sind in beiden Untersuchungen die größten Häufigkeiten in dem Rang „fast immer“ zu finden, so unterscheiden sie sich darin, dass in der Studie „TIMSS“ ein Drittel und in der Untersuchung „MA“ drei Viertel aller Befragten der Meinung sind, dass sie „fast immer“ den Taschenrechner im Mathematikunterricht verwenden.

Prüfung der Hypothese V7

$H_{0/V7}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Verwendung des Computers.

$H_{A/V7}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Verwendung des Computers.

7 Wir verwenden Computer * Gruppe Kreuztabelle

			Gruppe		
			TIMSS	MA	Gesamt
7 Wir verwenden Computer	nie	Anzahl	3612	290	3902
		% von Gruppe	64,8%	70,6%	65,2%
	manchmal	Anzahl	1645	109	1754
		% von Gruppe	29,5%	26,5%	29,3%
	ziemlich oft	Anzahl	173	10	183
		% von Gruppe	3,1%	2,4%	3,1%
	fast immer	Anzahl	141	2	143
		% von Gruppe	2,5%	,5%	2,4%
Gesamt	Anzahl		5571	411	5982
	% von Gruppe		100,0%	100,0%	100,0%

Tabelle 12: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten-Frage 7

Die Signifikanzprüfung durch χ^2 nach Pearson erbrachte ein signifikantes Ergebnis ($p = ,016$), weshalb die Hypothese, dass kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Verwendung des Computers besteht, nicht aufrecht erhalten werden kann. Zwar lässt die Verteilung der Zellenhäufigkeiten der beiden Untersuchungen eine Gleichheit vermuten, die aber bei genauerer Betrachtung Differenzen und Verschiebungen erkennen lässt, wie die Signifikanzprüfung der Beziehung zwischen den Zellen bereits ergeben hat. Die Gleichheit der Ergebnisse der beiden Untersuchungen besteht darin, dass die größten Häufigkeiten im Rang „nie“ zu finden sind und in absteigender Häufigkeit die Ränge „manchmal“, „ziemlich oft“ und „fast immer“ genannt wurden. Daraus kann abgelesen werden, dass die Schülerinnen und Schüler der Meinung sind, dass sie den Computer im Mathematikunterricht überwiegend „nie“ (65% bzw. 71%) oder „manchmal“ (30% bzw. 27%) benutzen. Der Vergleich der Ränge der beiden Untersuchungen zeigt eine Verschiebung der prozentuellen Häufigkeiten

zwischen den Rängen die darin besteht, dass in der Untersuchung „MA“ der Prozentsatz im Rang „nie“ über jenem der Untersuchung „TIMSS“ liegt und in allen anderen Rängen aber niedrigere Prozentwerte aufweist als jene der Studie „TIMSS“.

Prüfung der Hypothese V8

$H_{0/V8}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich des Zusammenarbeitens in Paaren oder Kleingruppen.

$H_{A/V8}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich des Zusammenarbeitens in Paaren oder Kleingruppen.

8 Wir arbeiten zu zweit oder in Gruppen zusammen * Gruppe Kreuztabelle

			Gruppe		
			TIMSS	MA	Gesamt
8 Wir arbeiten zu zweit oder in Gruppen zusammen	nie	Anzahl	3069	153	3222
		% von Gruppe	55,0%	37,0%	53,8%
	manchmal	Anzahl	1721	184	1905
		% von Gruppe	30,8%	44,4%	31,8%
	ziemlich oft	Anzahl	473	52	525
		% von Gruppe	8,5%	12,6%	8,8%
	fast immer	Anzahl	317	25	342
		% von Gruppe	5,7%	6,0%	5,7%
	Gesamt	Anzahl	5580	414	5994
		% von Gruppe	100,0%	100,0%	100,0%

Tabelle 13: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten-Frage 8

Die Berechnung von χ^2 nach Pearson ergibt eine asymptotische Signifikanz ($p = ,000$). Aufgrund dieses hochsignifikanten Ergebnisses muss die Annahme, dass kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich des Zusammenarbeitens in Paaren oder Kleingruppen besteht, verworfen werden. Geben in der Studie „TIMSS“ die meisten Schülerinnen und Schüler an, dass sie „nie“ in Kleingruppen oder in Paaren zusammenarbeiten (55%), so erhält der Rang „manchmal“ mit (44%) die größte Zustimmung in der Untersuchung „MA“. Die Verteilung der zweithäufigsten Nennungen ist genau umgekehrt. Hier meinen 31% der Befragten der Untersuchung „TIMSS“, dass sie „manchmal“ und 37% der

Befragen der Untersuchung „MA“, dass sie „nie“ in Partner- bzw. Kleingruppenarbeit Aufgabenstellungen bearbeiten. Trotzdem sind in beiden Untersuchungen mehr als drei Viertel aller Schülerinnen und Schüler der Meinung, dass sie „nie“ bzw. „manchmal“ zu zweit oder in kleinen Gruppen arbeiten.

Prüfung der Hypothese V9

$H_{0/V9}$ Es besteht kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Verwendung von Dingen des täglichen Lebens bei der Lösung mathematischer Probleme.

$H_{A/V9}$ Es besteht ein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich der Verwendung von Dingen des täglichen Lebens bei der Lösung mathematischer Probleme.

9 Wir verwenden bei der Lösung mathematischer Probleme Dinge des täglichen Lebens * Gruppe Kreuztabelle

			Gruppe		
			TIMSS	MA	Gesamt
9 Wir verwenden bei der Lösung mathematischer Probleme Dinge des täglichen Lebens	nie	Anzahl	1275	90	1365
		% von Gruppe	23,1%	22,1%	23,0%
	manchmal	Anzahl	2393	164	2557
		% von Gruppe	43,3%	40,3%	43,1%
	ziemlich oft	Anzahl	1198	117	1315
		% von Gruppe	21,7%	28,7%	22,1%
	fast immer	Anzahl	664	36	700
		% von Gruppe	12,0%	8,8%	11,8%
Gesamt	Anzahl		5530	407	5937
	% von Gruppe		100,0%	100,0%	100,0%

Tabelle 14: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten–Frage 9

Die Signifikanzprüfung des Zusammenhangs mit Hilfe der Berechnung χ^2 nach Pearson ergibt eine asymptotische Signifikanz ($p = ,005$). Aufgrund dieses sehr signifikanten Ergebnisses kann die Annahme, dass kein Unterschied zwischen den Antwortverteilungen hinsichtlich Verwendung von Dingen des täglichen Lebens bei der Lösung mathematischer Probleme besteht, nicht aufrecht bleiben. Zwar besteht eine Parallele zwischen den beiden Untersuchungen, da die häufigsten Nennungen mit 43% bzw. 40% der Rang „manchmal“ erhält. In weiterer

Folge verschieben sich aber in absteigender Reihung die prozentuellen Werte. So sind in der Untersuchung „MA“ mit 29%, und damit am zweithäufigsten, die Schülerinnen und Schüler der Meinung, dass sie „ziemlich oft“ Dinge des täglichen Lebens zur Lösung mathematischer Probleme verwenden, hingegen zeigt das Antwortverhalten in der Untersuchung „TIMSS“, dass 23% der Befragten angeben, „nie“ durch das Heranziehen von Dingen des täglichen Lebens mathematische Probleme zu lösen. In der Studie „TIMSS“ liegen die prozentuellen Werte der Ränge „nie“ und „ziemlich oft“ mit 22% und 23% sehr knapp aneinander. 7% beträgt der Unterschied dieser beiden Ränge in der Untersuchung „MA“. Die Zustimmung zu „fast immer“ ist in beiden Untersuchungen mit 12% bzw. 9% am niedrigsten.

5.4.6 Ergebnisse der Untersuchung zu Handlungsoptionen von Schülerinnen und Schülern hinsichtlich der Kreativitätskomponenten nach URBAN im Fach Mathematik

Da in der Fragenbogenerstellung die inventarisierenden Fragen URBANS (1999, 2004a) zu den von ihm beschriebenen sechs Kreativitätskomponenten herangezogen wurden, wurden die entsprechenden Fragen von Nummer 10 bis 38 aus dem Fragebogen zu je einer Komponente zusammengefasst und mit Hilfe von SPSS 15 wurde eine gleichnamige Variable generiert. Die so gebildeten sechs Variablen wurden hinsichtlich möglicher Unterschiede zwischen den Einschätzungen von Schülerinnen und Schülern, aber auch nach unterschiedlicher Einschätzung von Schülerinnen und Schülern der einzelnen Leistungsgruppen, wie auch der letzten Zeugnisnote, untersucht.

Prüfung der Hypothese H1

H₀/H₁ Es besteht kein Unterschied in der Einschätzung von Handlungsoptionen hinsichtlich der sechs Kreativitätskomponenten zwischen Schülerinnen und Schülern.

$H_{A/H1}$ Es besteht ein Unterschied in der Einschätzung von Handlungsoptionen hinsichtlich der sechs Kreativitätskomponenten zwischen Schülerinnen und Schülern.

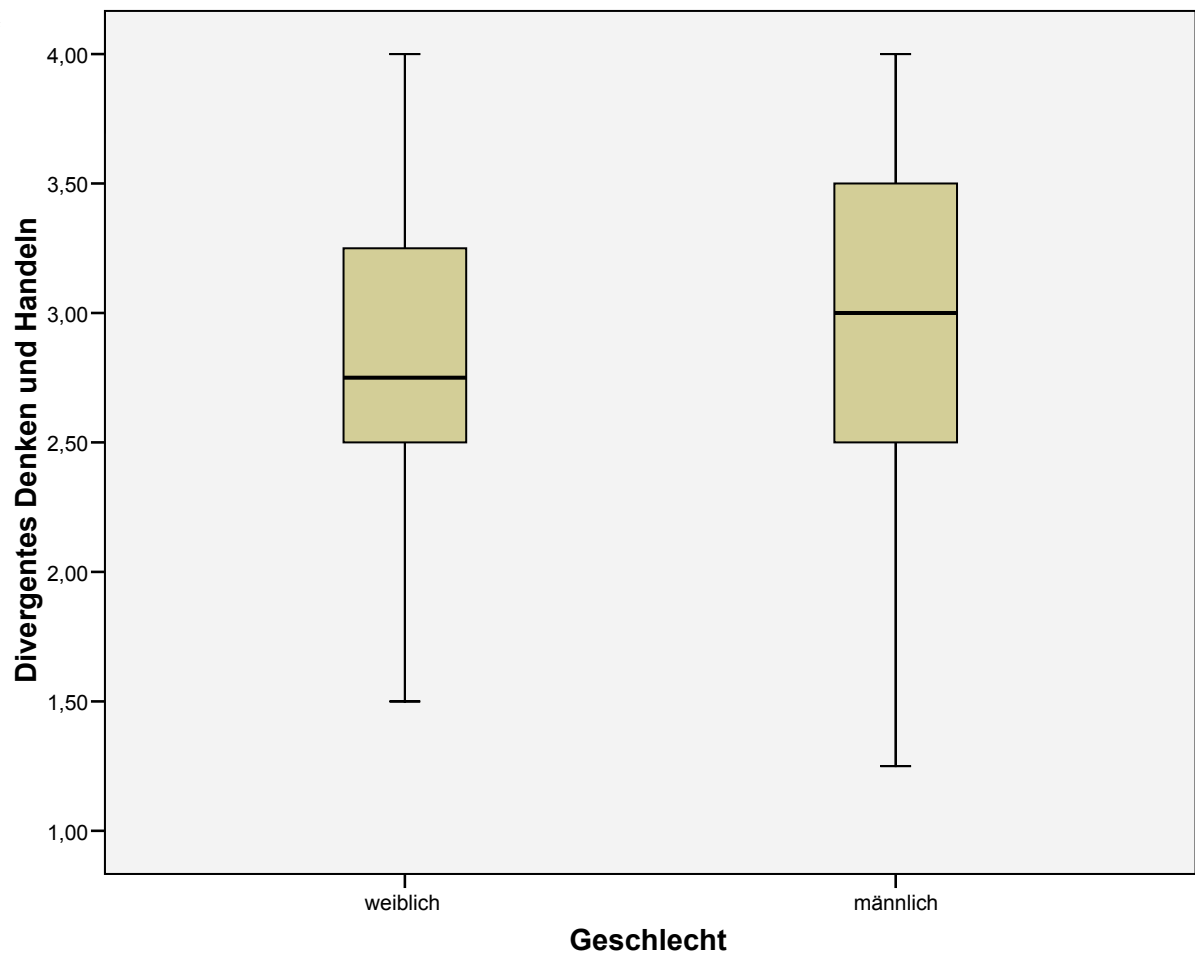


Abbildung 12: Boxplot (Verteilung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“)

Es besteht ein sehr signifikanter Unterschied ($p = ,001$) in der Einschätzung der Handlungsoptionen bezüglich der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“ zwischen Mädchen und Buben. Durch Medianvergleich zeigt sich, dass Mädchen der Meinung sind, in geringerem Ausmaß Handlungsoptionen vorzufinden als Buben. Der Median weiblich beträgt 2,75 und männlich 3,00. Damit drücken die Schüler aus, dass sie ihrer Einschätzung nach „ziemlich oft“ Handlungsoptionen vorfinden, die „Divergentes Denken“ unterstützen. Der etwas niedrigere Wert ihrer Schulkolleginnen könnte auch mit „oft“ beschrieben werden.

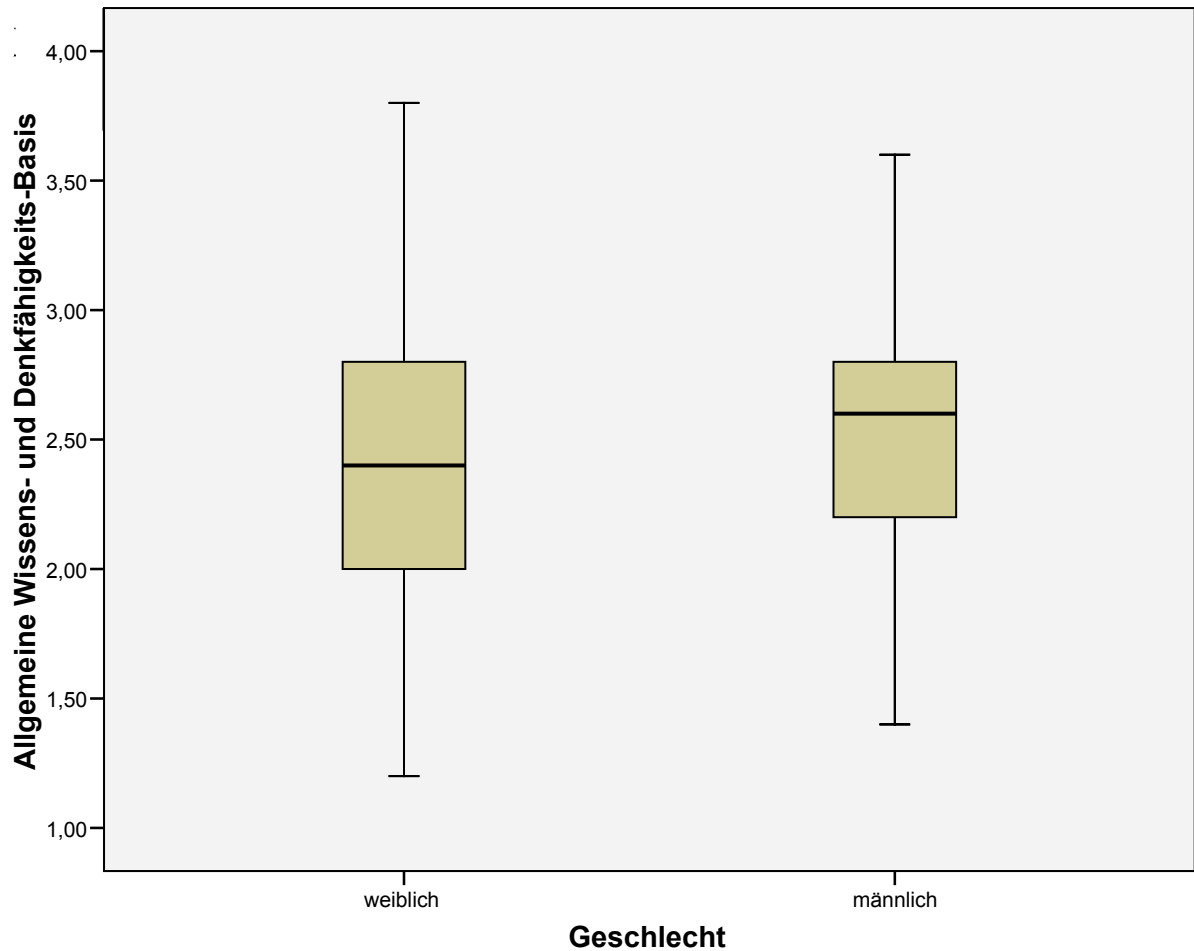


Abbildung 13: Boxplot (Verteilung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Komponente „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“)

In der Einschätzung der Handlungsoptionen bezüglich der Komponente „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“ unterscheiden sich Mädchen und Buben signifikant ($p = ,04$) voneinander. Die Berechnungen weisen einen niedrigeren Mittelwert der Mädchen aus. Die errechnete Differenz der Medianwerte beträgt 0,2 und ist vergleichbar mit jener in der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“. Der Median der Buben wurde mit 2,6 ausgegeben und kann so interpretiert werden, dass sie meinen im Unterricht Handlungsoptionen im mittleren Ausmaß hinsichtlich der Komponente „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“ vorzufinden und sich damit von den Mädchen unterscheiden, die meinen Handlungsoptionen in einem etwas geringerem Ausmaß vorzufinden.

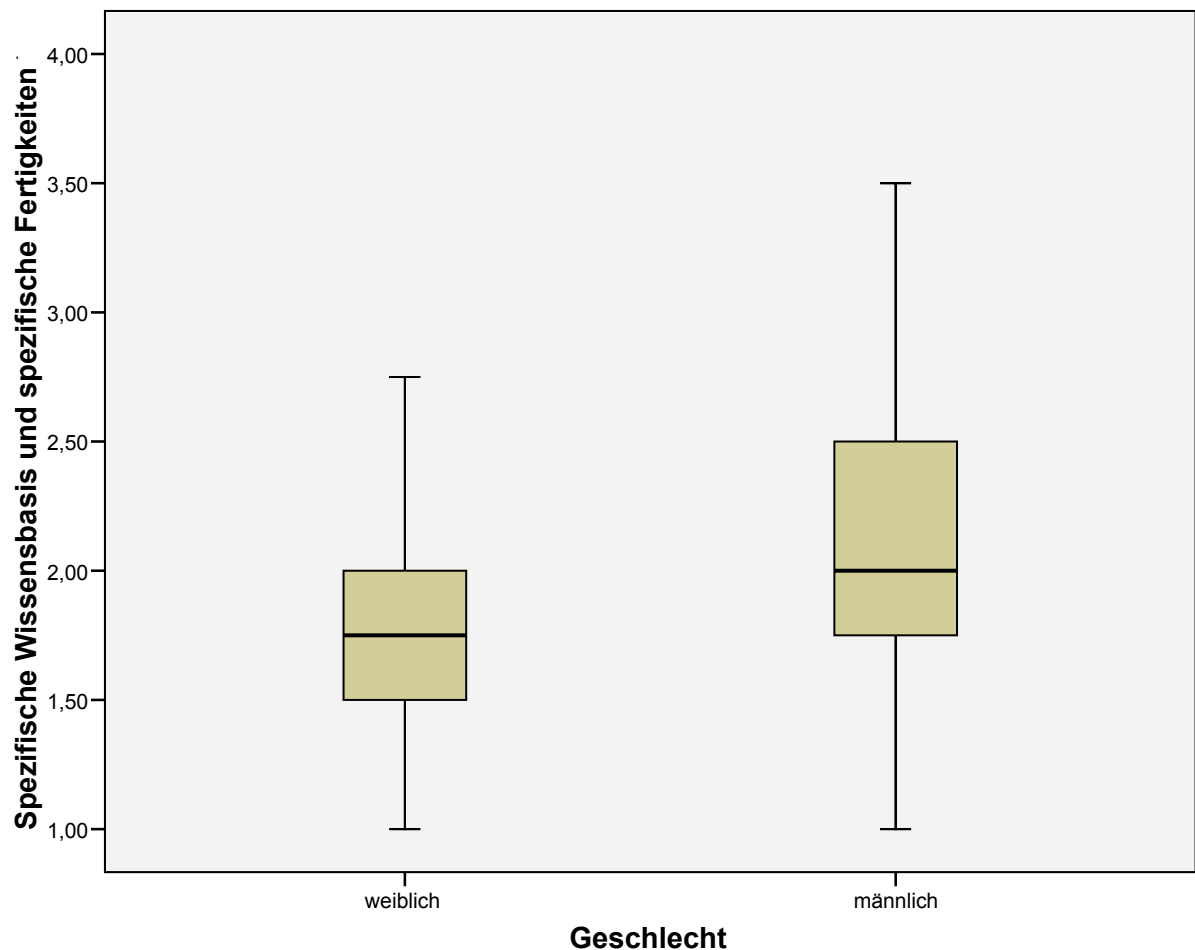


Abbildung 14: Boxplot (Verteilung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Komponente „Spezifische Wissensbasis & Spezifische Fertigkeiten“)

Ein ähnliches Ergebnis zeigt der Mann-Whitney-Test für die Komponente „Spezifische Wissensbasis & Spezifische Fertigkeiten“. Mädchen und Buben unterscheiden sich in ihrer Einschätzung zu dieser Komponente höchst signifikant ($p = ,000$) voneinander, wobei der Median der Einschätzung der Mädchen mit 1,75 etwas niedriger ist als jener der Buben mit 2,00. Mädchen scheinen ihre Handlungsoptionen hinsichtlich der Komponente „Spezifische Wissensbasis & Spezifische Fertigkeiten“ etwas niedriger einzuschätzen als Buben, allerdings tendieren sowohl Mädchen als auch Buben zu der Einschätzung, dass sie „manchmal“ Handlungsoptionen zu der Komponente „Spezifische Wissensbasis & Spezifische Fertigkeiten“ vorfinden.

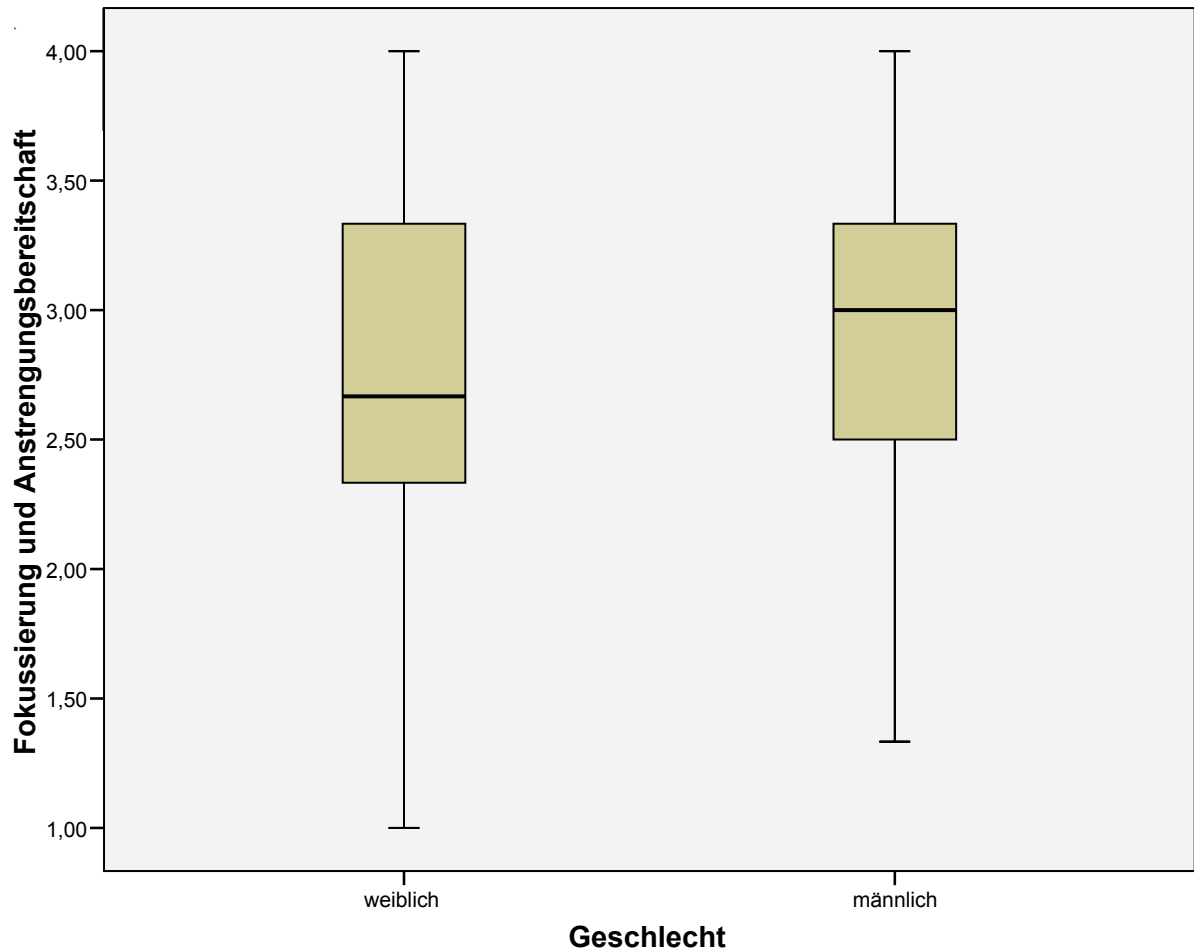


Abbildung 15: Boxplot (Verteilung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Komponente „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“)

Mädchen und Buben unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Einschätzung der Handlungsoptionen zu der Komponente „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“ sehr signifikant ($p = ,001$). Der Vergleich der Mediane zeigt wiederum, dass Mädchen ihre Handlungsoptionen zu dieser Komponente niedriger einschätzen als ihre Schulkollegen. Sie sehen für sich ein mittleres Ausmaß mit 2,67 gegeben, das in seiner Häufigkeit über „manchmal“ und unter „ziemlich oft“ liegt, mit einer Tendenz zu letzterem. Hingegen meinen die Buben mit 3,00, dass sie „ziemlich oft“ Handlungsoptionen vorfinden.

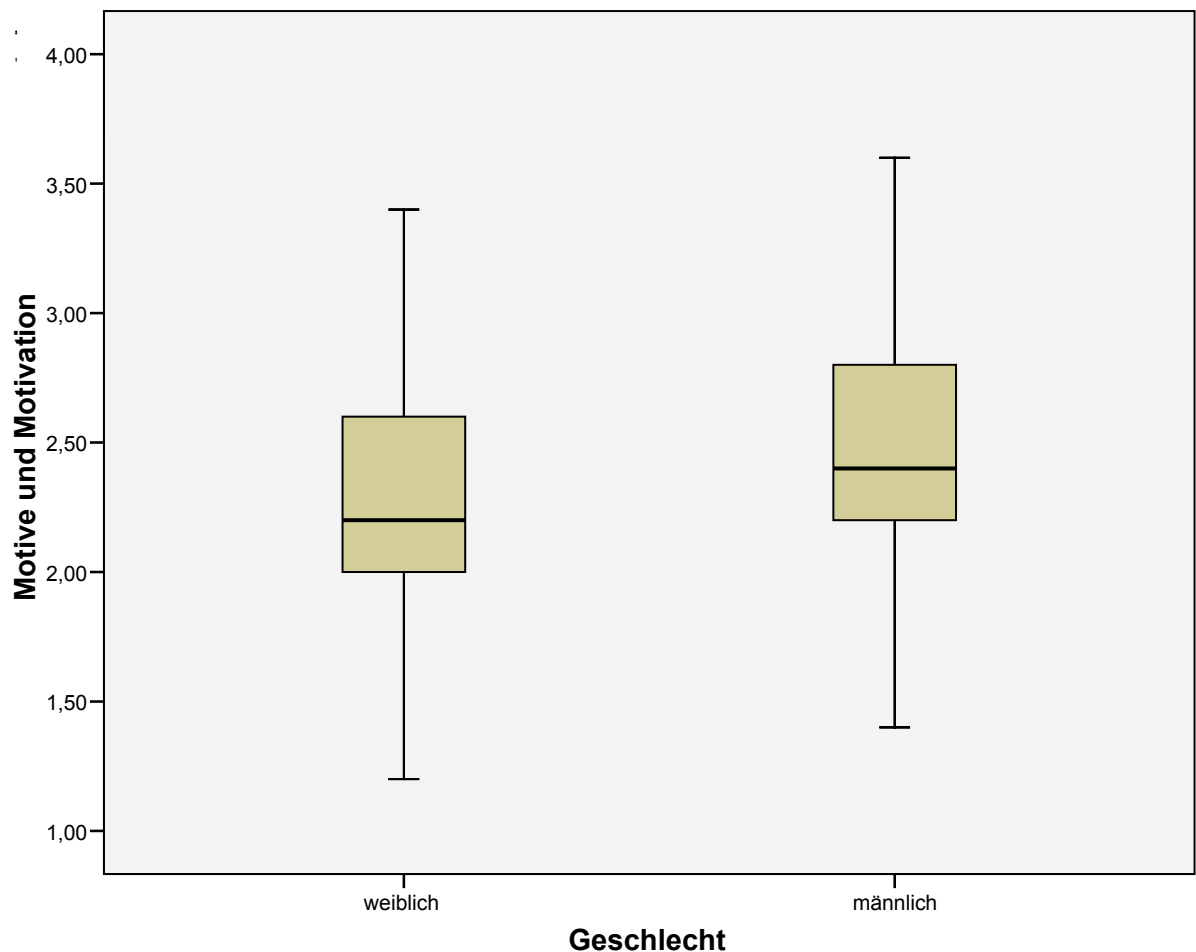


Abbildung 16: Boxplot (Verteilung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Komponente „Motive & Motivation“)

Hinsichtlich der Komponente „Motive & Motivation“ besteht ein sehr signifikanter Unterschied ($p = ,001$) in der Einschätzung der Handlungsoptionen zwischen den Mädchen und Buben. Der Medianwert der Einschätzung der Mädchen liegt bei 2,2, jener der Buben bei 2,4. Auch zu dieser Komponente schätzen die Mädchen ihre Handlungsoptionen geringer ein als ihre Schulkollegen und tendieren eher zu der Einschätzung, „manchmal“ Handlungsoptionen zu der Komponente „Motive & Motivation“ im Unterricht vorzufinden. Der Medianwert der Buben kann als eine mittlere Aussagentendenz zwischen den Kategorien „manchmal“ und „ziemlich oft“ gesehen werden, allerdings mit einer Tendenz zu der niedrigeren Kategorie „manchmal“, zu der auch die Mädchen in ihrem Antwortverhalten tendieren.

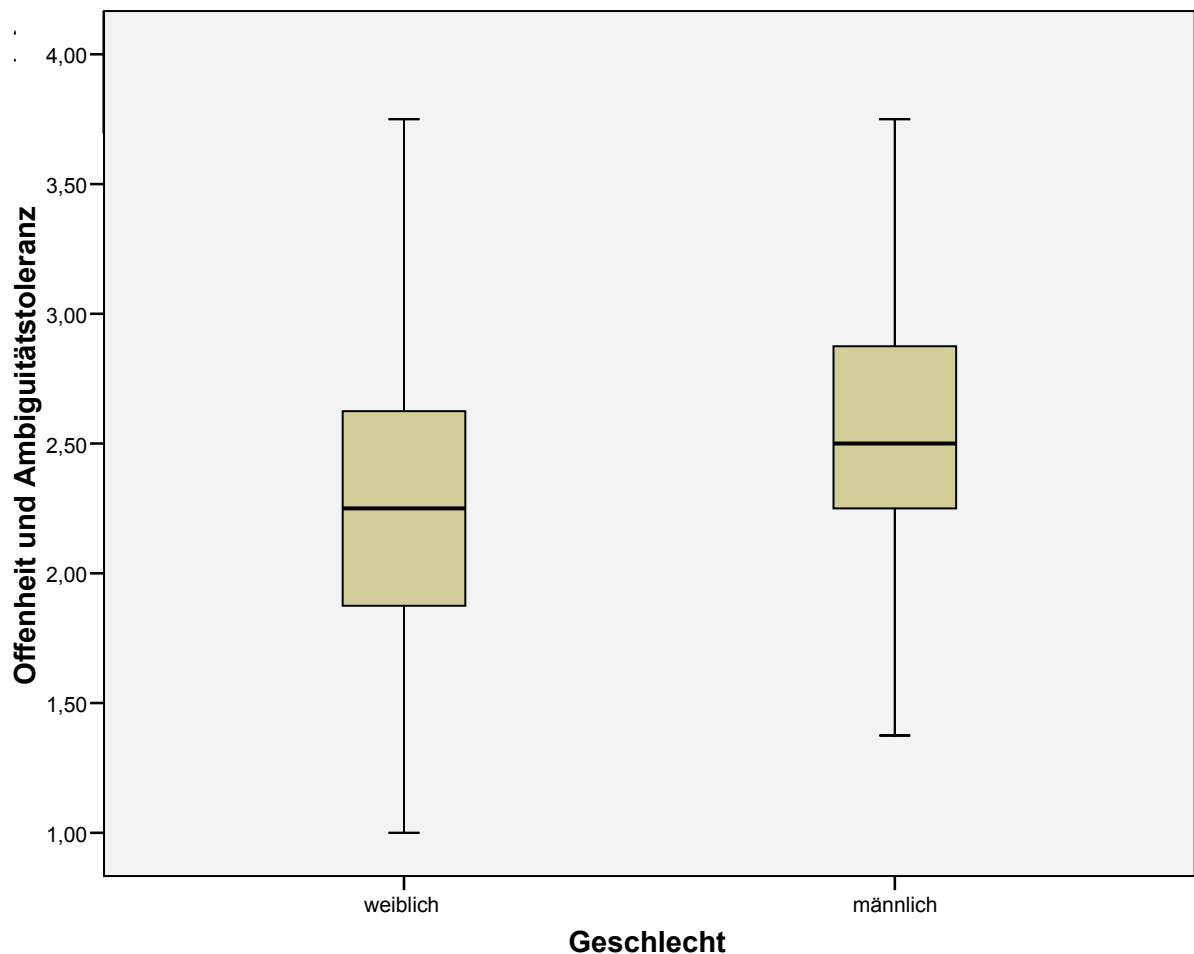


Abbildung 17: Boxplot (Verteilung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Komponente „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“)

Die Komponente „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“ zeigt eine Normalverteilung, weshalb mit Hilfe des T-Tests die Einschätzung der Schülerinnen und Schüler bezüglich der Handlungsoptionen bearbeitet wurde. Es liegt nach Testdurchführung ein höchst signifikanter Unterschied ($p = ,000$) der Einschätzung der Handlungsoptionen von Mädchen und Buben vor. Die Einschätzung der Handlungsoptionen durch die Mädchen zeigt mit 2,31 einen niedrigeren Mittelwert als die Einschätzung der Buben mit 2,57. Beide Einschätzungen liegen zwischen den Antwortkategorien „manchmal“ und „ziemlich oft“, wobei eine leichte Tendenz der Buben zu „ziemlich oft“ abgelesen werden kann. Die Mädchen scheinen eher zu der Einschätzung zu tendieren, dass sie „manchmal“ im Mathematikunterricht Handlungsoptionen zu der Komponente „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“ vorfinden.

Ausgangslage der folgenden Berechnungen war die Frage, ob und wenn ja in welche Richtung die um die Werte der Variable „Leistungsgruppe“ bereinigten Werte der Einschätzungen der Schülerinnen und Schüler zu den Handlungsoptionen im Mathematikunterricht hinsichtlich der Kreativitätskomponenten nach URBAN (1991, 2004a) wirken, da zuvor beobachtet werden konnte, dass die Einschätzungen zu den Handlungsoptionen betreffend der sechs Kreativitätskomponenten nach URBAN (1991, 2004a), die aufgrund der Leistungsgruppenzugehörigkeit der Schülerinnen und Schüler gebündelt wurden, teilweise signifikant differieren. Daher wurde die Variable „Leistungsgruppe“ als Kovariante definiert, um so mehr über den Einfluss der Leistung auf die geschlechtsspezifischen Einschätzungsdifferenzen der Handlungsoptionen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten zu erfahren. Die Ausgabetafeln der Berechnungen sollen nun je Komponente vorgestellt werden.

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	11,492(a)	2	5,746	13,960	,000	,063
Konstanter Term	702,049	1	702,049	1705,542	,000	,805
Lg	6,960	1	6,960	16,908	,000	,039
Ges	3,518	1	3,518	8,546	,004	,020
Fehler	169,591	412	,412			
Gesamt	3709,521	415				
Korrigierte Gesamtvariation	181,083	414				

Tabelle 15: Kovarianzanalyse zu der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“

Die Prüfung, ob sehr signifikant ($p = ,001$) unterschiedliche Einschätzungen von Schülerinnen und Schülern zu den Handlungsoptionen hinsichtlich des Faktors „Divergentes Denken & Handeln“ aus dem Komponentenmodell nach URBAN (1991, 2004a) vorliegen wenn die Werte der Einschätzungen zu der Komponente vom Einfluss der Leistungsgruppenzugehörigkeit bereinigt wurden, ergab, dass die statistisch sehr signifikanten ($p = ,004$) unterschiedlichen Einschätzungen noch immer gegeben sind, wenngleich der Varianzanteil der Einschätzungen von Handlungsoptionen, welche auf die unterschiedlichen Einschätzungen zwischen Schülerinnen und Schülern zurückzuführen sind, von niedrigen 2,5% um 0,5% auf

2% abgesunken sind. Daher dürfen wir davon ausgehen, dass der rechnerisch unkontrollierte wie auch der durch die Leistungsgruppenzugehörigkeit kontrollierte Anteil der Verschiedenheit der Einschätzungen von Schülerinnen und Schülern nur wenig zur Klärung des Zustandekommens der Gesamteinschätzung von Handlungsoptionen zu der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“ beiträgt. Die zu Beginn dieses Kapitels dargelegten Mittelwertmaße der Einschätzungen von Handlungsoptionen zu dieser Komponente betragen für Schülerinnen 2,75 und für Schüler 3,00, wodurch ausgedrückt wird, dass Mädchen meinen, „oft“ Handlungsoptionen, die „Divergentes Denken & Handeln“ unterstützen, im Mathematikunterricht vorzufinden. Der höhere Wert der Buben entspricht der Befragungskategorie „ziemlich oft“.

Die folgenden Berechnungen hinsichtlich der fünf weiteren Komponenten, mittels derer geprüft wurde inwieweit die Zugehörigkeit zu einer Leistungsgruppe die geschlechtsspezifischen Einschätzungsdifferenzen von Handlungsoptionen verändert, weisen Parallelen zu den vorangegangenen Ausführungen auf. Der Varianzanteil liegt zwischen 1% und 5,2% und sinkt in vier von fünf Berechnungen geringfügig (zwischen 0,002 und 0,005) ab. In einer Berechnung kann keine Differenz festgestellt werden. Die Signifikanzwerte der Variable „Geschlecht“ steigen in drei Komponenten um den Wert 0,002 an und in zwei Komponenten bleiben sie gleich.

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	1,127(a)	2	,563	2,166	,116	,010
Konstanter Term	406,200	1	406,200	1562,047	,000	,791
Lg	,001	1	,001	,003	,960	,000
Ges	1,121	1	1,121	4,312	,038	,010
Fehler	107,138	412	,260			
Gesamt	2574,700	415				
Korrigierte Gesamtvariation	108,265	414				

Tabelle 16: : Kovarianzanalyse zu der Komponente „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“

Hinsichtlich der Komponente „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“ zeigen sich aufgrund der durchgeführten Kovarianzanalyse signifikant ($p = ,04$)

von einander abweichende Werte in den Einschätzungen von Handlungsoptionen zwischen Mädchen und Buben. Der berechnete Varianzanteil beträgt 1%. Die beiden angeführten Kennwerte blieben unverändert. Mädchen meinen demnach im Mathematikunterricht Handlungsoptionen hinsichtlich der Komponente „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“ in einem etwas geringeren Ausmaß vorzufinden als Buben, die meinen, diese in einem mittleren Ausmaß zu erfahren.

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	8,293(a)	2	4,147	14,185	,000	,064
Konstanter Term	290,078	1	290,078	992,266	,000	,707
Lg	1,590	1	1,590	5,438	,020	,013
Ges	6,058	1	6,058	20,722	,000	,048
Fehler	120,444	412	,292			
Gesamt	1673,799	415				
Korrigierte Gesamtvariation	128,737	414				

Tabelle 17: Kovarianzanalyse zu der Komponente
„Spezifische Wissensbasis & Spezifische Fertigkeiten“

Das Ergebnis zu der Komponente „Spezifische Wissensbasis & Spezifische Fertigkeiten“ weist einen höchst signifikanten ($p = ,000$) Unterschied in den Einschätzungen zu den Handlungsoptionen zwischen Mädchen und Buben auf. Mit 4,8% liegt der Varianzanteil um 0,4% unter dem um die Leistungsgruppenzugehörigkeit nicht bereinigten Wert. Daher kann festgehalten werden, dass ein geringer Anteil an Einflussnahme der Variable „Geschlecht“ auf das Zustandekommen des beobachtbaren Unterschieds in der Bewertung der Häufigkeit von Handlungsoptionen hinsichtlich der Komponente „Spezifische Wissensbasis & Spezifische Fertigkeiten“ besteht. Der Medianvergleich zeigt, dass die Mädchen die Handlungsoptionen etwas niedriger einschätzen als die Buben. Der Median der Einschätzung der Buben liegt bei 2,00, wodurch ausgedrückt wird, dass die Buben der Meinung sind „manchmal“ Handlungsoptionen zu dieser Komponente im Mathematikunterricht vorzufinden.

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	5,216(a)	2	2,608	5,896	,003	,028
Konstanter Term	574,618	1	574,618	1298,985	,000	,759
Lg	,772	1	,772	1,745	,187	,004
Ges	4,071	1	4,071	9,204	,003	,022
Fehler	182,252	412	,442			
Gesamt	3452,278	415				
Korrigierte Gesamtvariation	187,468	414				

Tabelle 18: Kovarianzanalyse zu der Komponente „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“

Die bisherigen Analysen ergaben, dass sich Mädchen und Buben hinsichtlich ihrer Einschätzungen der Handlungsoptionen zu der Komponente „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“ sehr signifikant ($p = ,001$) unterscheiden, und dass durch Vergleich der Mediane festgestellt werden kann, dass die Mädchen ihre Handlungsoptionen zu dieser Komponente niedriger einschätzen als Buben, die meinen, „ziemlich oft“ Handlungsoptionen vorzufinden. Aufgrund der durchgeführten Kovarianzanalyse, die ein weiterhin sehr signifikantes Ergebnis ($p = ,003$) zeigt, können die bisherigen Einordnungen beibehalten werden.

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	10,050(a)	2	5,025	21,843	,000	,096
Konstanter Term	480,326	1	480,326	2087,850	,000	,835
Lg	7,145	1	7,145	31,055	,000	,070
Ges	2,102	1	2,102	9,138	,003	,022
Fehler	94,784	412	,230			
Gesamt	2411,501	415				
Korrigierte Gesamtvariation	104,834	414				

Tabelle 19: Kovarianzanalyse zu der Komponente „Motive & Motivation“

Die ausgewiesenen Werte der Kovarianzanalyse zu der Komponente „Motive und Motivation“ für die Variable „Geschlecht“ betragen $p = ,003$ und $\text{Eta}^2 = ,022$. Daraus kann abgelesen werden, dass weiterhin ein sehr signifikantes Ergebnis vorliegt, wenn auch wie in den vorangegangenen Komponenten der Varianzanteil

mit 2,2% niedrig ist. Die bereits vorgestellten Ergebnisse durch Vergleich des Medians haben gezeigt, dass die Mädchen eher zur Einschätzung „manchmal“ tendieren und die Buben meinen, ein mittleres Ausmaß an Handlungsoptionen zu haben.

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	8,789(a)	2	4,395	14,115	,000	,064
Konstanter Term	459,801	1	459,801	1476,852	,000	,782
Lg	1,784	1	1,784	5,729	,017	,014
Ges	6,309	1	6,309	20,264	,000	,047
Fehler	128,271	412	,311			
Gesamt	2634,665	415				
Korrigierte Gesamtvariation	137,061	414				

Tabelle 20: Kovarianzanalyse zu der Komponente „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“

Das Ergebnis zu der Komponente „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“ weist einen sehr signifikanten ($p = ,003$) Unterschied in den Einschätzungen zu den Handlungsoptionen zwischen Mädchen und Buben auf. Der Varianzanteil beträgt 4,7%, daher kann festgehalten werden, dass ein geringer Anteil an Einflussnahme der Variable „Geschlecht“ auf das Zustandekommen des beobachtbaren Unterschieds in der Bewertung der Häufigkeit von Handlungsoptionen hinsichtlich der Komponente „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“ vorliegt. Der Medianvergleich zeigt, dass die Mädchen die Handlungsoptionen etwas niedriger einschätzen als die Buben. Der Median der Einschätzung der Buben liegt bei 2,57, wodurch ausgedrückt wird, dass die Buben der Meinung sind, „ziemlich oft“ Handlungsoptionen zu dieser Komponente im Mathematikunterricht vorzufinden.

Prüfung der Hypothese H2

$H_{0/H2}$ Es besteht kein Unterschied in der Einschätzung von Handlungsoptionen hinsichtlich der sechs Kreativitätskomponenten zwischen den Befragten der drei Leistungsgruppen.

$H_{A/H2}$ Es besteht ein Unterschied in der Einschätzung von Handlungsoptionen hinsichtlich der sechs Kreativitätskomponenten zwischen den Befragten der drei Leistungsgruppen.

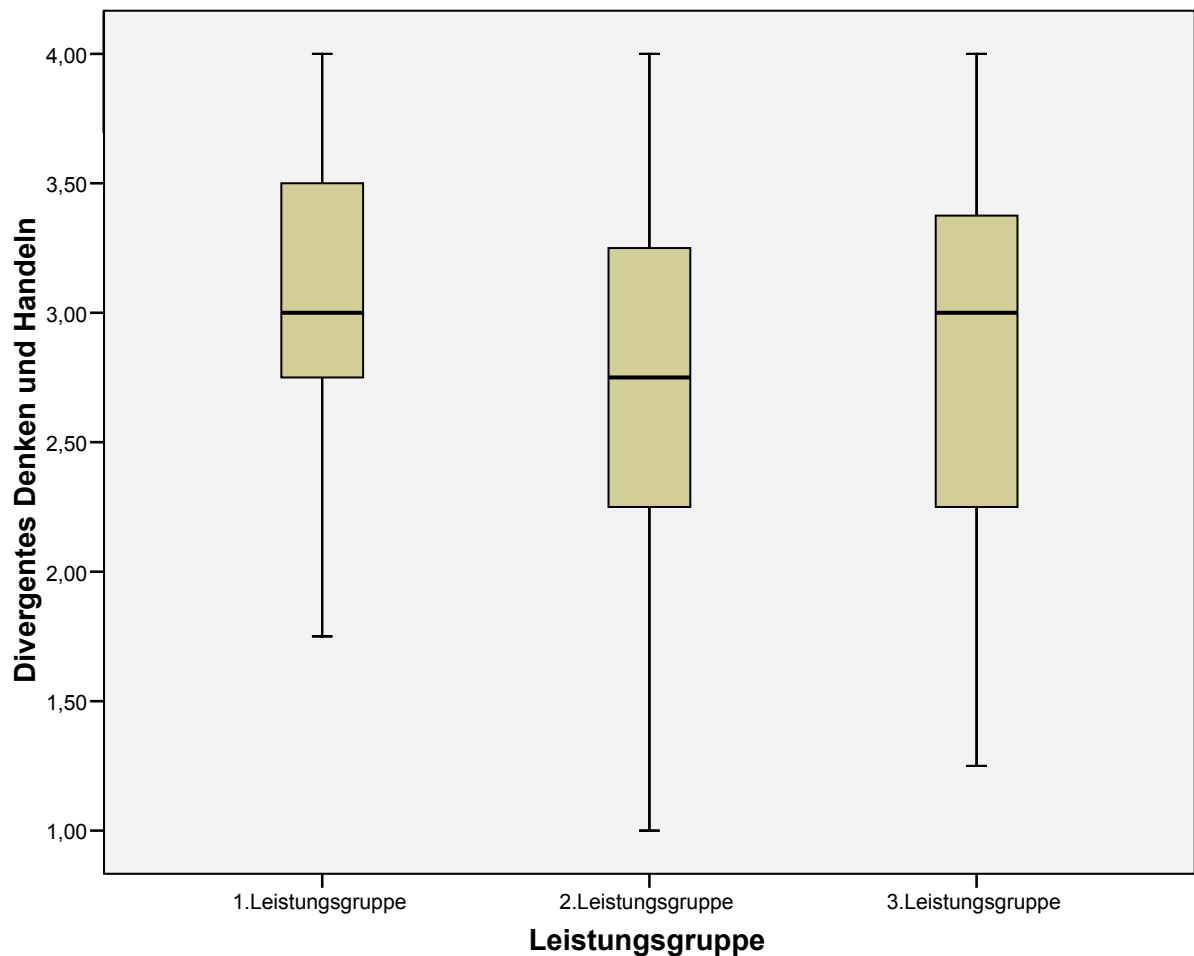


Abbildung 18: Boxplot (Verteilung der Leistungsgruppen hinsichtlich der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“)

Es besteht ein hoch signifikanter Unterschied ($p = ,000$) in der Einschätzung der Häufigkeiten bezüglich der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“ zwischen den Befragten der drei Leistungsgruppen. Der Vergleich der drei Leistungsgruppen untereinander zeigt, dass dieser Unterschied aufgrund der divergierenden Einschätzung von Schülerinnen und Schülern der ersten Leistungsgruppe zu den beiden anderen Leistungsgruppen ($p = ,000$ bzw. $p = ,004$) gegeben ist. Zwischen den Leistungsgruppen zwei und drei konnte ein nicht signifikanter ($p = ,736$) Unterschied in den Einschätzungen hinsichtlich der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“ beobachtet werden. Es lässt sich

die Tendenz erkennen, dass Schülerinnen und Schüler der ersten Leistungsgruppe ihre Handlungsoptionen hinsichtlich der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“ höher einschätzen als Lernende der beiden anderen Leistungsgruppen.

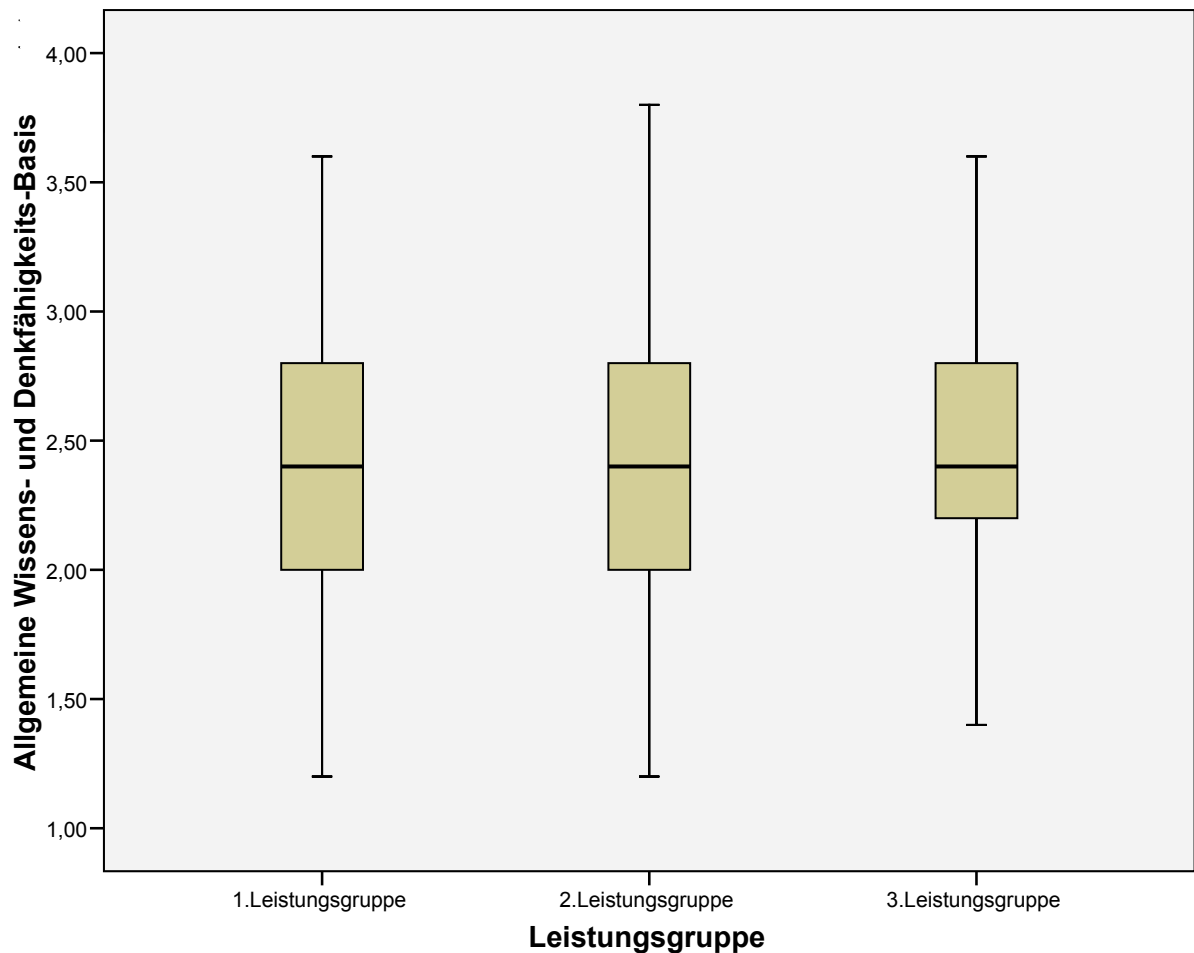


Abbildung 19: Boxplot (Verteilung der Leistungsgruppen hinsichtlich der Komponente „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“)

In der Einschätzung der Handlungsoptionen hinsichtlich der Komponente „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“ besteht kein signifikanter Unterschied ($p = ,696$) zwischen den drei Leistungsgruppen und H_0 darf angenommen werden. Für alle drei Leistungsgruppen wurde ein Median von 2,4 errechnet. Der Medianwert drückt aus, dass Schülerinnen und Schüler aller drei Leistungsgruppen der Ansicht sind, Handlungsoptionen mittleren Ausmaßes

betreffend der Komponente „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“ vorzufinden.

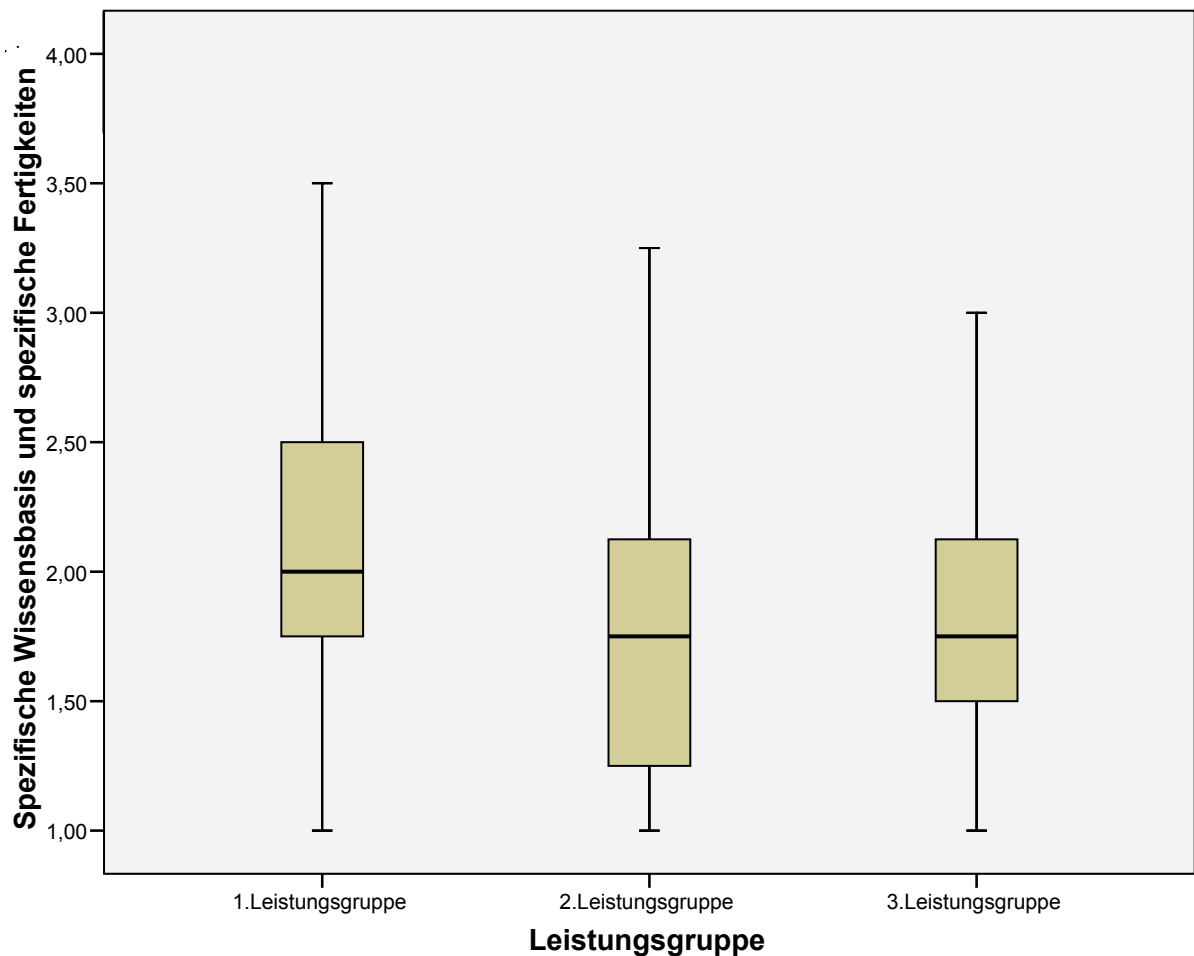


Abbildung 20: Boxplot (Verteilung der Leistungsgruppen hinsichtlich der Komponente „Spezifische Wissensbasis & Spezifische Fertigkeiten“)

Zwischen den Schülerinnen und Schülern der drei Leistungsgruppen besteht ein höchst signifikanter Unterschied ($p = ,000$) hinsichtlich ihrer Einschätzung der Handlungsoptionen zu der Komponente „Spezifische Wissensbasis & Spezifische Fertigkeiten“. Schülerinnen und Schüler der ersten Leistungsgruppe schätzen ihre Handlungsoptionen hinsichtlich dieser Komponente etwas höher ein als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler der beiden anderen Leistungsgruppen. Der Median der ersten Leistungsgruppe beträgt 2,00, wodurch sie ausdrücken, „manchmal“ Handlungsoptionen vorzufinden. Der Medianwert in der Einschätzung der Schülerinnen und Schüler der zweiten und dritten Leistungsgruppe ist mit 1,75

geringer als jener der ersten Leistungsgruppe, allerdings tendieren auch diese Schülerinnen und Schüler zu der Einschätzung „manchmal“ Handlungsoptionen zu der Komponente „Spezifische Wissensbasis & Spezifische Fertigkeiten“ vorzufinden.

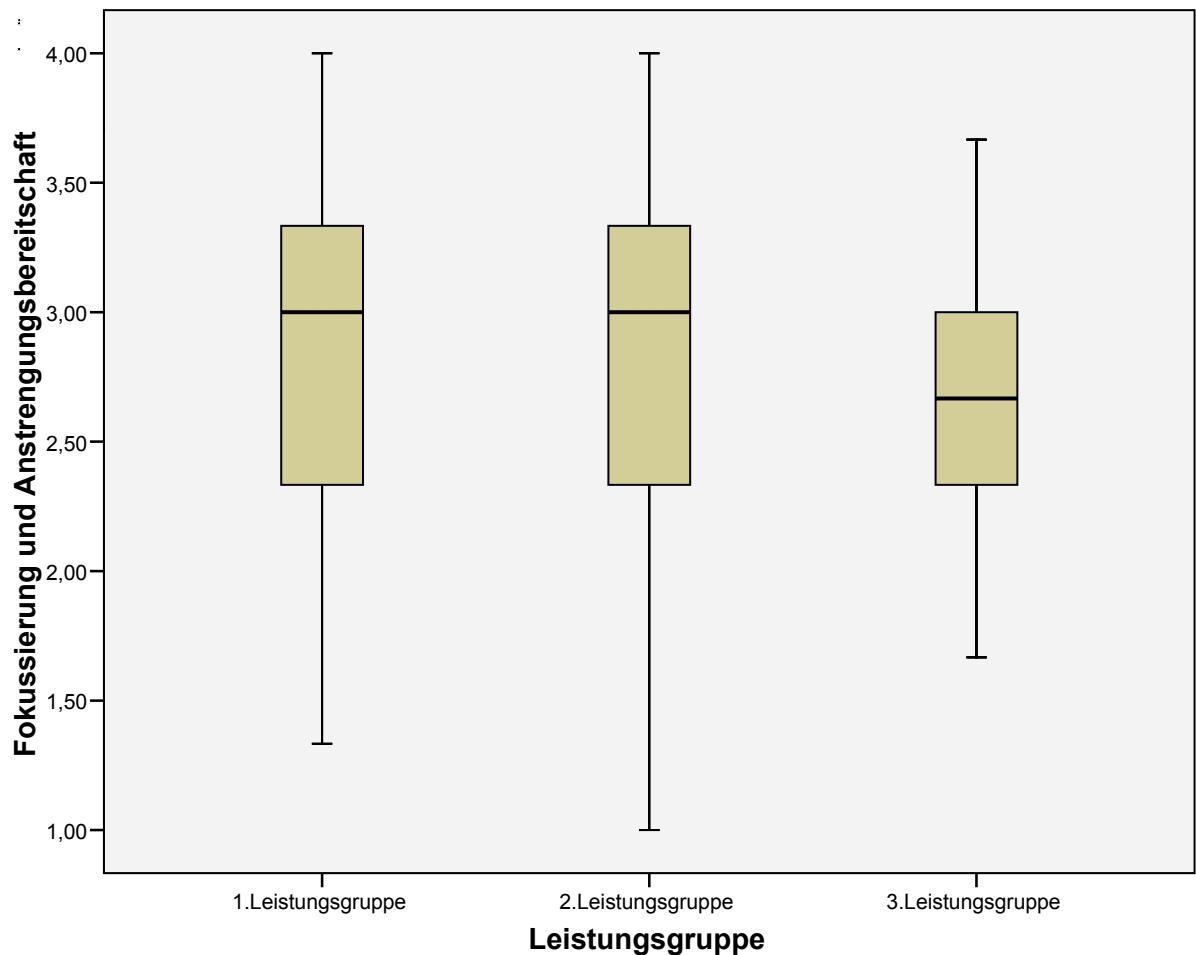


Abbildung 21: Boxplot (Verteilung der Leistungsgruppen hinsichtlich der Komponente „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“)

Der Unterschied zwischen den Schülerinnen und Schülern der drei Leistungsgruppen ist hinsichtlich ihrer Einschätzung zu der Komponente „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“ nicht signifikant ($p = ,368$).

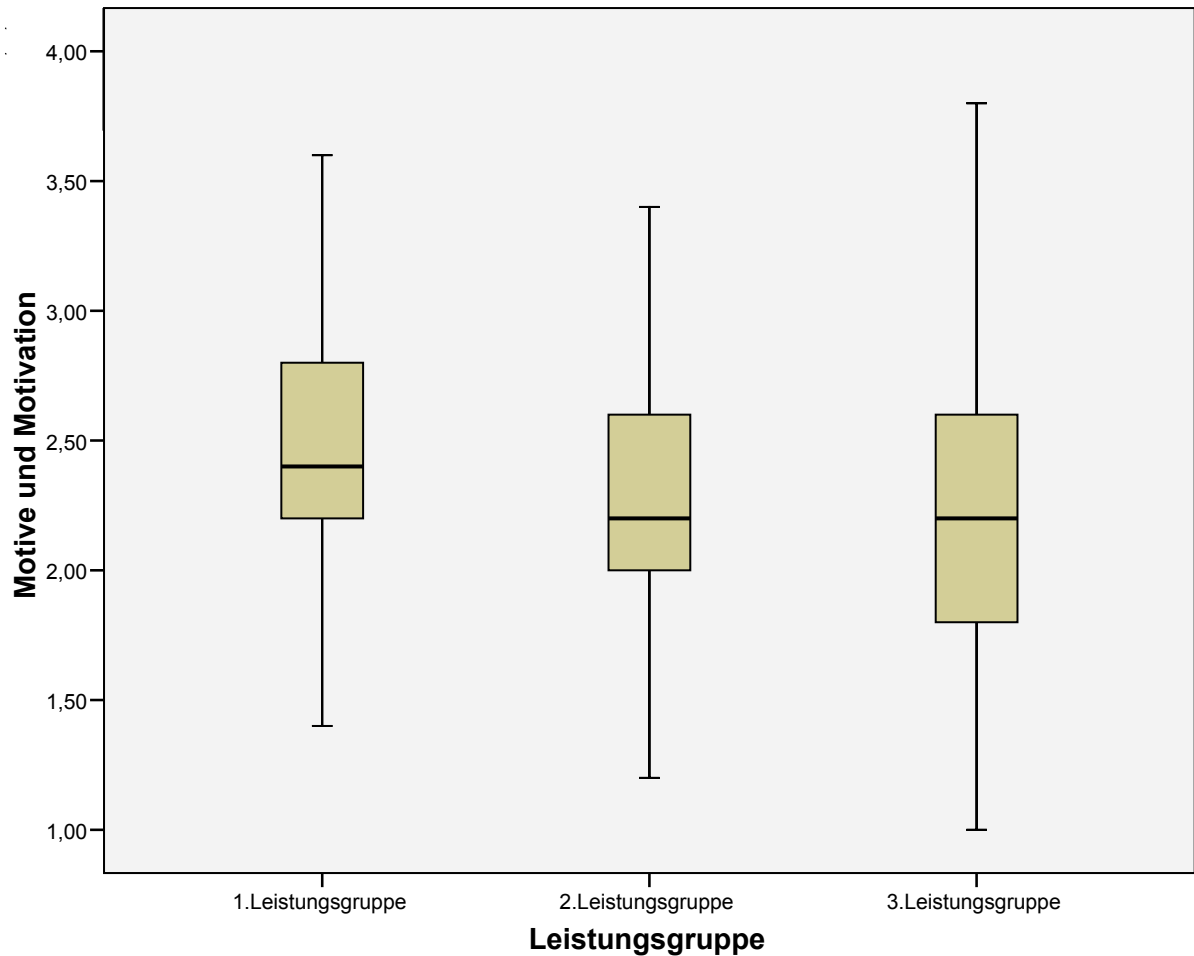


Abbildung 22: Boxplot (Verteilung der Leistungsgruppen hinsichtlich der Komponente „Motive & Motivation“)

Es besteht ein höchst signifikanter Unterschied ($p = ,000$) in der Einschätzung der Handlungsoptionen hinsichtlich der Komponente „Motive & Motivation“ zwischen den Schülerinnen und Schülern der drei Leistungsgruppen. Der Median der Schülerinnen und Schüler der ersten Leistungsgruppe liegt bei 2,4, die beiden anderen Leistungsgruppen weisen mit 2,2 den gleich hohen Wert auf. Demnach schätzen Schülerinnen und Schüler der ersten Leistungsgruppe ihre Handlungsoptionen zu dieser Komponente etwas höher ein. Bei der Einordnung in die Antwortkategorien zeigt sich, dass ihre Einschätzung zwischen „manchmal“ und „ziemlich oft“ liegt, aber eher Richtung „manchmal“ tendiert, wodurch sie eine geringfügig höhere Einschätzung ihrer Handlungsoptionen zu der Komponente „Motive & Motivation“ als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler zeigen.

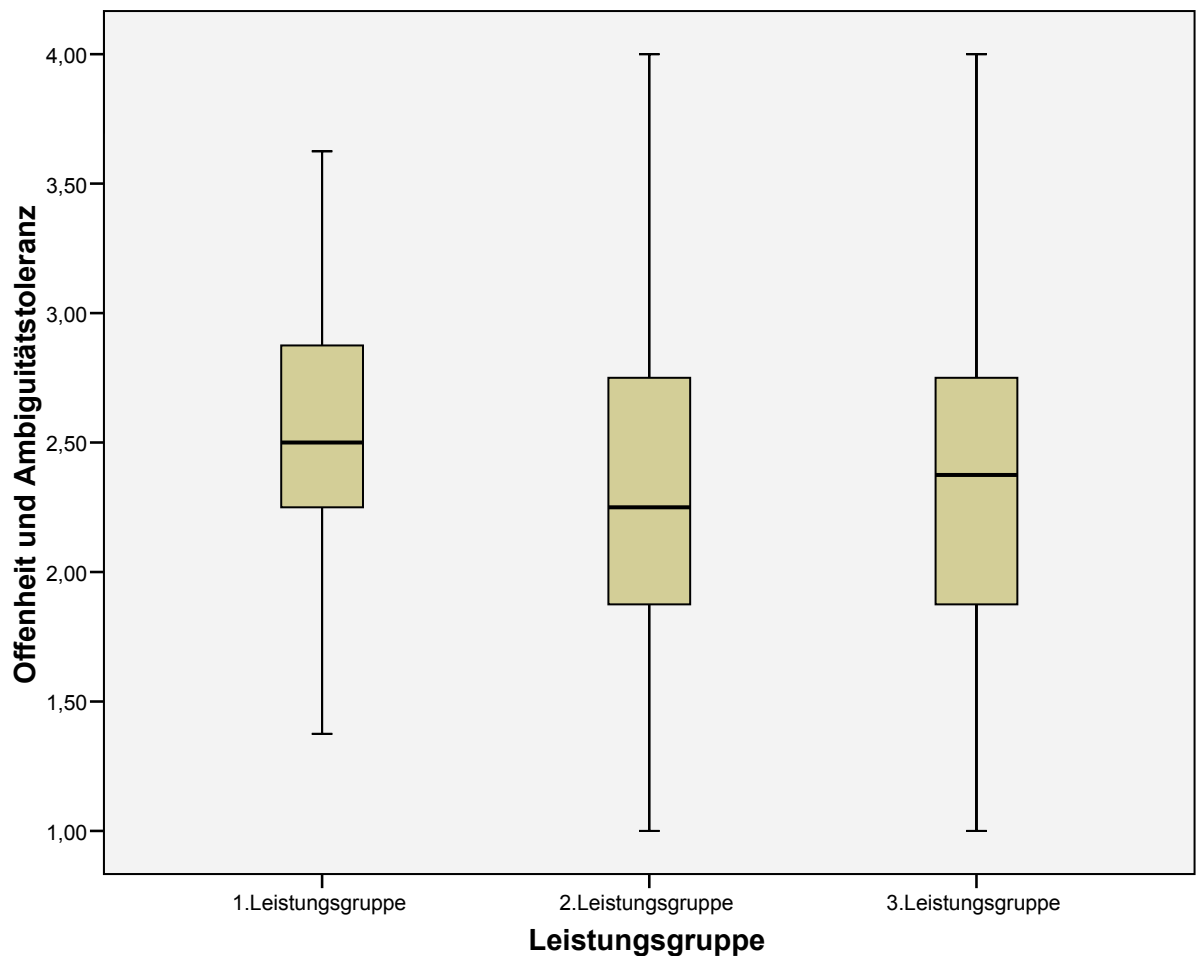


Abbildung 23: Boxplot (Verteilung der Leistungsgruppen hinsichtlich der Komponente „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“)

Zur Ermittlung des Mittelwertunterschiedes zwischen der Einschätzung der Handlungsoptionen der Schülerinnen und Schüler der drei Leistungsgruppen zu der normal verteilten Komponente „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“ wurde die Berechnung mit Hilfe der einfaktoriellen ANOVA durchgeführt. Da die Varianzen nicht homogen verteilt sind, werden zur weiteren Prüfung die Testverfahren nach Welch bzw. Brown-Forsythe angewendet (vgl. DIEHL/STAUFENBIEL 2007, S. 258). Die Ergebnisse zeigen, dass sehr signifikante Unterschiede ($p = ,003$ bzw. $p = ,006$) zwischen den Mittelwerten der Leistungsgruppen bestehen. Der Vergleich der drei Leistungsgruppe mit Hilfe des Scheffé-Tests zeigt, dass die erste Leistungsgruppe sich sehr signifikant ($p = ,006$) von der zweiten Leistungsgruppe unterscheidet. Da der p-Wert unter der Signifikanzschranke von $p = ,01$ liegt, kann trotz Varianzinhomogenität von einem sehr signifikanten Unterschied der

beiden Leistungsgruppen ausgegangen werden (vgl. BÜHL 2006¹⁰, S. 422). Der Mittelwert der Einschätzung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Handlungsoptionen zur Komponente „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“ ist in der ersten Leistungsgruppe mit 2,6 am höchsten. Dieser Wert drückt die Einschätzung von Handlungsoptionen in einem mittleren Ausmaß aus und kann mit einer leichten Tendenz hin zur Antwortkategorie „fast immer“ beschrieben werden. Den niedrigsten Mittelwert in der Einschätzung der Handlungsoptionen weist die zweite Leistungsgruppe mit 2,3 auf. Die Schülerinnen und Schüler tendieren in ihrer Einschätzung anscheinend eher zu der Aussage, dass sie im Mathematikunterricht „manchmal“ Handlungsoptionen zu der Komponente „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“ vorfinden. Mit einem Mittelwert von 2,4 liegt die Einschätzung der Schülerinnen und Schüler der dritten Leistungsgruppe um ein Zehntel über jener der zweiten Leistungsgruppe. Sie kann aber auch als Tendenz zu der Einschätzung, „manchmal“ Handlungsoptionen vorzufinden, interpretiert werden.

Prüfung der Hypothese H3

H_{0/H3} Es besteht kein Unterschied in der Einschätzung von Handlungsoptionen hinsichtlich der sechs Kreativitätskomponenten zwischen den letzten Zeugnisnoten der Befragten.

H_{A/H3} Es besteht ein Unterschied in der Einschätzung von Handlungsoptionen hinsichtlich der sechs Kreativitätskomponenten zwischen den letzten Zeugnisnoten der Befragten.

Es besteht ein signifikanter Unterschied ($p = ,019$) in der Einschätzung der Handlungsoptionen zur Komponente „Divergentes Denken & Handeln“ zwischen den Befragten je letzter Zeugnisnote.

Die Auswertung der Einschätzung der Befragten nach der Zeugnisnote hinsichtlich der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“ zeigt, dass die Befragten mit der letzten Zeugnisnote „Sehr gut“, „Gut“ und „Befriedigend“ der Meinung sind, „ziemlich oft“ Handlungsoptionen im Mathematikunterricht vorzufinden, was durch den Medianwert drei ausgedrückt wird. Der Median der Gruppen „Genügend“ bzw. „Nicht genügend“ beträgt 2,75.

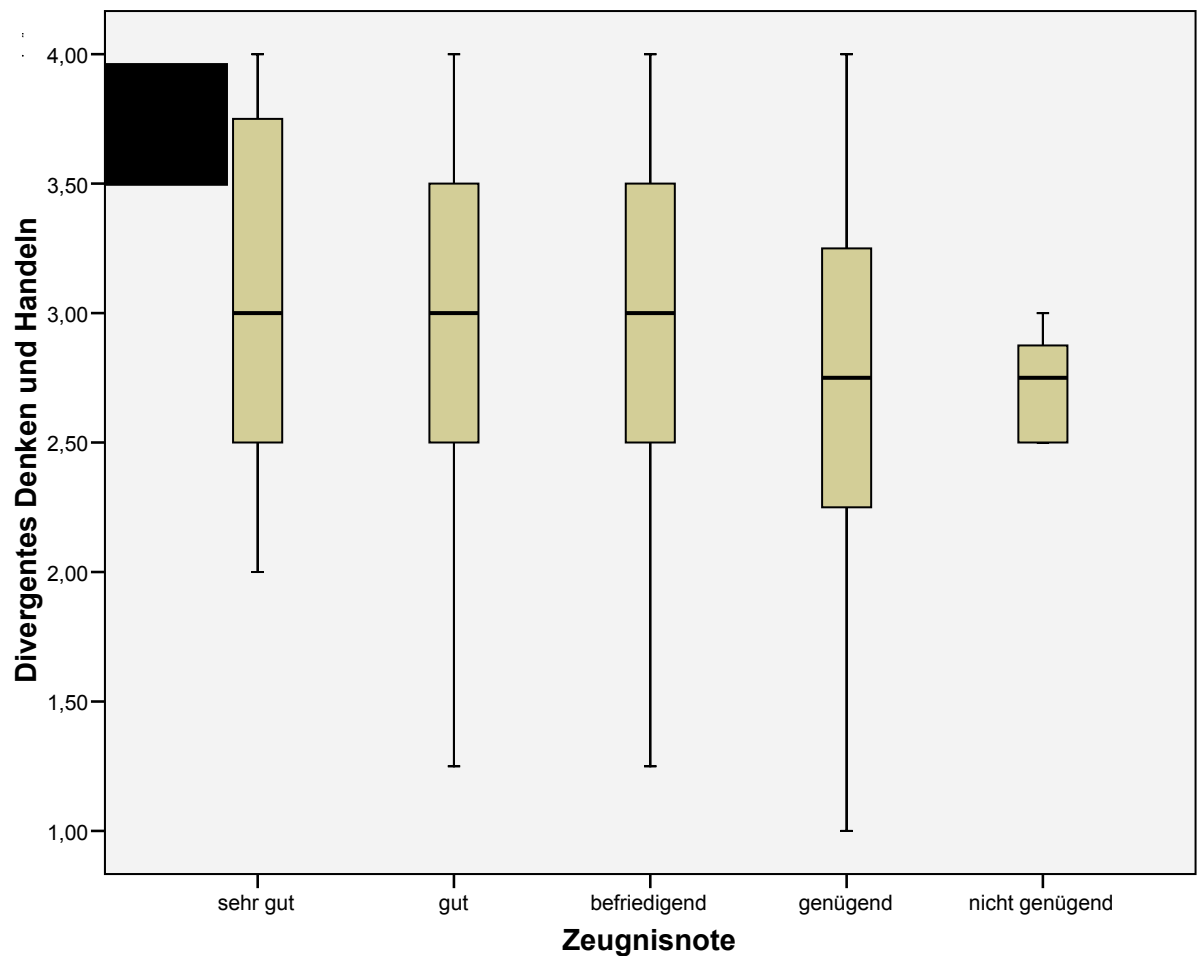


Abbildung 24: Boxplot (Verteilung der Zeugnisnoten hinsichtlich der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“)

In der Einschätzung der Handlungsoptionen hinsichtlich der Komponenten „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“, „Spezifische Wissensbasis & Spezifische Fertigkeiten“, „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“, „Motive & Motivation“ wie auch „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“, bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Einschätzungen der Handlungsoptionen hinsichtlich der letzten Zeugnisnoten der Befragten.

5.4.7 Ergebnisse der Untersuchung zu der Bearbeitung geöffneter Aufgaben

Im Rahmen des Fragebogens wurden den Schülerinnen und Schülern sechs Aufgabenstellungen vorgelegt, an Hand derer sie entscheiden sollten wie häufig sie derartige Probleme ihrer Einschätzung nach im Mathematikunterricht lösen. Die Analyse der erhobenen Daten orientiert sich an den Fragen der Gesamthäufigkeit der Bearbeitung der vorgelegten Beispielaufgaben, aber geht auch der Frage nach, ob Unterschiede im Antwortverhalten zwischen Schülerinnen und Schülern bestehen, ob sich Unterschiede zwischen den Leistungsgruppen in der Schülerinnen- und Schülereinschätzung der Bearbeitungshäufigkeiten zeigen, bzw. ob Unterschiede in der Einschätzung der Häufigkeit zwischen den Schülergruppen, die aufgrund der Mathematiknote gebildet wurden, bestehen. Die einzelnen Antworthäufigkeiten je Kategorie und geöffneter Aufgabenstellung sowie deren prozentuelle Häufigkeiten wurden bereits im Rahmen der deskriptiven Auswertung der Daten ausgeführt.

Durch Summenbildung aller sechs gestellten Fragen kann ein Überblick darüber gewonnen werden wie häufig verschiedene geöffnete Aufgabenstellungen, die den angeführten entsprechen bzw. ähneln, nach Einschätzung der Schülerinnen und Schüler im Unterricht von ihnen bearbeitet werden. Die Analyse der Daten ergibt, dass 11% aller Schülerinnen und Schüler der Meinung sind, dass sie solche bzw. ähnliche Aufgabenstellungen „nie“ im Unterricht bearbeiten. Greift man die größte Häufigkeit aller Schülerinnen und Schüler, das entspricht 56 von 408 gültigen Angaben zu allen sechs Beispielen, heraus, so lässt sich daraus ein Mittelwert von 1,5 bilden. Da der Antwort „nie“ der Wert eins und „manchmal“ der Wert zwei zugeordnet wurde, kann dieses Antwortverhalten ausdrücken, dass 56 von 408 Schülerinnen und Schüler der Meinung sind, dass sie „nie“ bzw. „manchmal“ derartige Aufgabenstellung bearbeiten. Daraus kann abgeleitet werden, dass sie der Meinung sind, „selten“ geöffnete Aufgabenstellungen im Mathematikunterricht zu lösen. Eine weitere Möglichkeit der Datenanalyse eröffnet sich durch die Bildung der kumulierten Prozente. Dafür können ebenfalls zwei markante Werte herausgegriffen werden, die dazu geeignet scheinen, ein Gesamtbild der

Bearbeitungshäufigkeit von geöffneten Aufgabenstellungen im Mathematikunterricht aus Schülerinnen- und Schülersicht zu beschreiben. Betrachtet man drei Viertel aller Angaben der Schülerinnen und Schüler, so zeigt sich, dass sie bestenfalls der Meinung sind, geöffnete Aufgaben „manchmal“ zu bearbeiten. Dies drückt eine geringe Bearbeitungshäufigkeit aus Sicht der Schülerinnen und Schüler aus, da ja berücksichtigt werden muss, dass diese Antwort nicht bedeutet, dass 75% aller Befragten der Meinung sind, dass sie diese Aufgaben „manchmal“ bearbeiten, sondern es wird dadurch ausgedrückt, dass manche Schülerinnen und Schüler meinen, derartige Aufgabenstellungen „nie“ zu bearbeiten, andere meinen, fünf der sechs als Musterbeispiele dargebotenen Aufgabenstellungen „nie“ und eine davon „manchmal“ zu bearbeiten. Wieder andere geben an, dass aus ihrer Sicht vier Beispielarten „nie“ und zwei „manchmal“ bearbeitet werden bis hin, dass einige Schülerinnen und Schüler meinen, alle sechs Aufgabenformate „manchmal“ im Unterricht zu bearbeiten. Als zweiter markanter Wert kann festgehalten werden, dass mehr als die Hälfte (58%) aller Befragten angibt, dass sie der Meinung sind Aufgaben wie in den sechs Musterbeispielen „nie“ bzw. bis zu vier davon „manchmal“ im Unterricht gestellt bekommen. Auch daraus kann geschlossen werden, dass aus Sicht der Schülerinnen und Schüler die Bearbeitung von derartigen geöffneten Aufgaben im Mathematikunterricht selten stattfindet. Die Angabe, dass vier von sechs Beispielarten aus Schülerinnen- und Schülersicht im Unterricht „manchmal“ und der Rest „nie“ gelöst werden, deckt sich daher auch mit dem Median = 10, der aus allen 408 Datensätzen berechnet wurde.

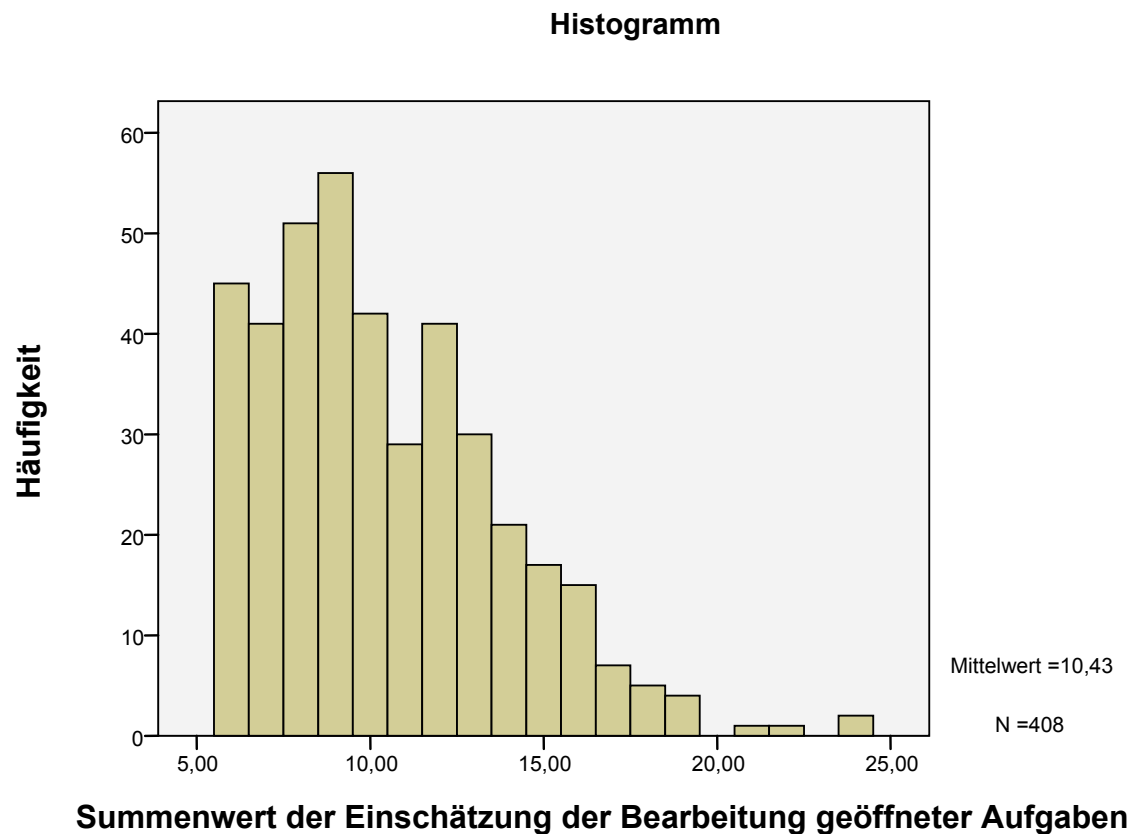


Abbildung 25: Histogramm (Summenwerte der Einschätzung der Bearbeitung öffneter Aufgaben)

Prüfung der Hypothese G1

$H_{0/G1}$ Mädchen und Burschen unterscheiden sich nicht in ihrer Einschätzung der Häufigkeit der Bearbeitung von geöffneten Aufgabenstellungen.

$H_{A/G1}$ Mädchen und Burschen unterscheiden sich in ihrer Einschätzung der Häufigkeit der Bearbeitung von geöffneten Aufgabenstellungen.

Zur Prüfung der Hypothese wurde der T-Test herangezogen. Der Mittelwertvergleich ergab, dass Mädchen die Häufigkeit der Bearbeitung geöffneten Aufgaben im Mathematikunterricht sehr signifikant ($p = ,006$) geringer

einschätzen als Buben. Der zu beobachtende Mittelwertunterschied ist allerdings gering. Der Mittelwert der Mädchen liegt bei 9,9, jener der Buben bei 10,8. Überträgt man dieses Ergebnis auf die Fragestellung, so kann damit ausgedrückt werden, dass der Mittelwert der Einschätzung der Buben durch die Meinung, dass von den sechs gestellten Beispielaufgaben fünf „manchmal“ und eine „nie“ im Mathematikunterricht bearbeitet werden, beschrieben werden kann. Dem Mittelwert der Einschätzung der Mädchen ist die Aussage zuzuordnen, dass sie der Meinung sind, vier der gestellten Beispielaufgaben „manchmal“ und zwei „nie“ im Unterricht zu lösen. Der Vergleich der Mittelwerte drückt also aus, dass Buben um einmal öfter der Meinung sind, dass sie geöffnete Aufgaben im Unterricht „manchmal“ bearbeiten als Mädchen.

In der Betrachtung der einzelnen Beispiele zeigt sich ein signifikanter Unterschied der Mittelwerte in der Einschätzung zwischen Mädchen und Buben in den Aufgabenstellungen „Geschichte zu Karins Autofahrt“ ($p = ,032$), „zusammenhängende Strecken verbinden“ ($p = ,016$) und „Aufgaben vereinfachen“ ($p = ,002$), wobei letzterer sehr signifikant ist. In allen drei Aufgabenstellungen sind die Skalenwerte der Burschen höher als diejenigen der Mädchen. Auch diese Unterschiede sind, wie der Mittelwertvergleich aufgrund der Summenbildung zeigt, gering.

Prüfung der Hypothese G2

$H_{0/G2}$ Zwischen der Einschätzung der Häufigkeit in der Bearbeitung von geöffneten Aufgabenstellungen von Schülerinnen und Schülern der drei Leistungsgruppen besteht kein Unterschied.

$H_{A/G2}$ Zwischen der Einschätzung der Häufigkeit in der Bearbeitung von geöffneten Aufgabenstellungen von Schülerinnen und Schülern der drei Leistungsgruppen besteht ein Unterschied.

Die Überprüfung der Hypothese wurde mit Hilfe des Kuskal-Wallis-Tests durchgeführt. Es zeigt sich ein nicht signifikanter Unterschied ($p = ,378$) zwischen der Einschätzung der Häufigkeit der Bearbeitung von geöffneten Aufgaben im Mathematikunterricht durch Schülerinnen und Schüler aller drei Leistungsgruppen. Daher dürfen wir davon ausgehen, dass Schülerinnen und Schüler aller drei

Leistungsgruppen die Bearbeitungshäufigkeit ähnlich einschätzen. Der Medianwert drückt aus, dass sie der Meinung sind, Beispiele wie in den vorgelegten Aufgaben im Unterricht „manchmal“ bzw. „nie“ zu bearbeiten.

Prüfung der Hypothese G3

$H_{0/G3}$ Zwischen der Einschätzung der Häufigkeit in der Bearbeitung von geöffneten Aufgabenstellungen von Schülerinnen und Schülern besteht kein Unterschied je nach Zeugnisnote.

$H_{A/G3}$ Zwischen der Einschätzung der Häufigkeit in der Bearbeitung von geöffneten Aufgabenstellungen von Schülerinnen und Schülern besteht ein Unterschied je nach Zeugnisnote.

Der durchgeführte Kuskal-Wallis-Test zeigt, dass ein nicht signifikanter ($p = ,721$) Einfluss der Zeugnisnote auf die Einschätzung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Häufigkeit der Bearbeitung öffneter Aufgabenstellungen besteht. Auch in dieser Einschätzung durch die Schülerinnen und Schüler zeigt sich, dass sie der Ansicht sind, Beispiele wie die ihnen vorgelegten, „manchmal“ bzw. „nie“ im Unterricht zu bearbeiten.

5.5 ZUSAMMENFASSUNG UND FOLGERUNGEN AUFGRUND DER FRAGESTELLUNG

Grundlegend für diese Arbeit ist die These, dass im Mathematikunterricht Handlungsoptionen nach dem Kreativitätsmodell von URBAN (1991, 2004a) für Schülerinnen und Schüler von Bedeutung sind, damit sie Problemlösungsprozesse, die im Mathematikunterricht vorwiegend über Aufgabenstellungen initiiert werden, selbständig oder in Zusammenarbeit mit ihren Mitschülerinnen und Mitschülern entwickeln können, wozu auch eine, die Kreativitätskomponenten beachtende, Unterrichtssituationen beiträgt sowie, dass das individuelle Erleben von Handlungsoptionen für das Lernen des Einzelnen bedeutsam ist.

Da das Erleben von Handlungsoptionen je verschieden angenommen werden darf, werden im Rahmen dieser Arbeit Schülerinnen und Schüler der dritten und vierten Klassen an Hauptschulen gebeten, diese einzuschätzen. Dafür wurde ihnen ein Bogen mit vorgegebenen Fragen und einer vierteiligen Antwortskala vorgelegt. Ziel war es, zu erfahren, welche Einschätzungen von Handlungsoptionen durch Schülerinnen und Schüler sich aufgrund des vorgelegten Fragebogens zeigen und ob Unterschiede in der Einschätzung von Handlungsoptionen zwischen Schülerinnen und Schülern, zwischen den Schülerinnen und Schülern der drei Leistungsgruppen bzw. den letzten Zeugnisnoten, festgestellt werden können. Aufgrund der Zusammenfassung aller Befragungsdaten wird ein Überblick über die individuell verschieden erlebten und damit auch unterschiedlich getätigten Einschätzungen ermöglicht. Immer dort, wo in den folgenden Ausführungen Mittelwertmaße genannt werden, verweisen diese eben auf die mittlere Tendenz aller rückgemeldeten Einschätzungen, wodurch aber auch deutlich wird, dass die Einzeleinschätzungen eine Streuung aufweisen, die darauf schließen lässt, dass einzelne Schülerinnen und Schüler in der Klasse bzw. in der Lerngruppe durchaus verschieden hohe Einschätzungen je Frage getätigt haben und dadurch auch ausdrücken die gemachten Lernerfahrungen verschieden zu erleben.

Von den erhobenen Datensätzen konnten 415 zur Auswertung herangezogen werden. Davon wurden 182 von Mädchen und 233 von Buben abgegeben, das entspricht einem Verhältnis von 44 : 56 bezogen auf die ausgewerteten Fragebögen. Von den befragten Schülerinnen und Schülern waren zum Untersuchungszeitpunkt 200, das entspricht 48% in die erste Leistungsgruppe eingestuft, 133 der Befragten oder 32% in der zweiten Leistungsgruppe und 82 Schülerinnen und Schüler in der dritten Leistungsgruppe, das entspricht einem Fünftel aller Befragten. Als letzte Zeugnisnote gaben 43 (10%) Schülerinnen und Schüler ein „Sehr gut“, 120 (29%) ein „Gut“, 143 (35%) ein „Befriedigend“, 97 (23%) ein „Genügend“ und 11 (3%) ein „Nicht genügend“ an.

Der Vergleich der Daten aus der vorliegenden Untersuchung mit jenen aus der Studie „TIMSS“, dem gleichlautende Fragen des „Schülerfragebogens“ (IEA 2008, S. 11) der Studie „TIMSS“ zugrunde liegen, erbringt zu sechs der neun gestellten Fragen signifikante Ergebnisse. Dies bedeutet, dass in beiden Untersuchungen zu drei Fragen sehr ähnlichen Verteilungen der Einschätzungen aus Schülerinnen- und Schülersicht gegeben sind. So antworteten 47% der Befragten der Studie „TIMSS“ und 49% der Befragten der Untersuchung „MA“, dass aus ihrer Sicht im Mathematikunterricht „fast immer“ von den Lehrenden gezeigt wird, wie mathematische Probleme gelöst werden können. Addiert man die Zustimmungen, dass dies im Unterricht „ziemlich oft“ stattfindet, so erhöht sich die Werte auf 77% bzw 81%. Eine konträre Verteilung zeigt die Frage nach der Durchführung von mathematischen Projekten, die 70% verneinen, was aber mit dem Antwortverhalten zu dieser Frage in der Studie „TIMSS“ vergleichbar ist, da in dieser 73% aller Befragten der selben Meinung sind. Weiters sind die Schülerinnen und Schüler in beiden Untersuchungen überwiegend (78%) der Meinung, dass sie im Fach Mathematik selten mündlich geprüft werden. In den beiden folgenden Vergleichen der Befragungsdaten zeigt sich jeweils ein signifikantes Ergebnis, welchem eine Verschiebung der Antworthäufigkeiten hin zu den Rängen „manchmal“ bzw. „nie“ zugrunde liegt. Der erste Vergleich bezieht sich auf die Frage nach der Häufigkeit des Abschreibens von der Tafel. Wurde in der Befragung im Rahmen von „TIMSS“ als häufigster Rang „fast immer“ genannt, so wurde in der vorliegenden Untersuchung „manchmal“ am häufigsten genannt. Die Befragten dieser Untersuchung bringen aufgrund ihrer Antworten zum Ausdruck,

dass sie meinen, in einem geringeren Ausmaß von der Tafel abzuschreiben als dies die Schülerinnen und Schüler der Studie „TIMSS“ angegeben haben. Auffallend ist die zweite Aussage, dass die Schülerinnen und Schüler in der vorliegenden Untersuchung überwiegend der Meinung sind, nie den Computer im Mathematikunterricht zu verwenden und dass diese Antworthäufigkeit über jener in der Untersuchung „TIMSS“ liegt. Zeigten die letzten beiden Vergleiche eine Abnahme der Häufigkeit, so kann für die folgenden vier Tätigkeiten ein Ansteigen der Werte aufgrund der Einschätzungen durch die Schülerinnen bzw. Schüler beschrieben werden. Die Berechnungen zu den einzelnen Vergleichen erbrachten sehr signifikante bzw. höchst signifikante Ergebnisse. Die Schülerinnen und Schüler drücken damit aus, dass sie der Meinung sind, öfter selbständig mit Arbeitsblättern oder im Heft zu arbeiten, dass sie öfter mit einem Partner oder in Kleingruppen arbeiten, dass sie Alltagsgegenstände in einem höheren Ausmaß bei der Lösung mathematischer Probleme verwenden und auch den Taschenrechner öfters benutzen, als dies durch die Studie „TIMSS“ erhoben wurde. Die Detailanalyse zeigt, dass in beiden Untersuchungen ein Viertel aller Befragten angibt, fast immer mit Arbeitsblättern bzw. im Heft zu arbeiten. In den anderen Rängen ergab sich jedoch von der Studie „TIMSS“ aus dem Jahr 1995 bis zum Erhebungszeitpunkt dieser Untersuchung im Jahr 2008 eine Verschiebung hin zur Einschätzung „ziemlich oft“ und eine Abnahme der Häufigkeit in den Antwortmöglichkeiten „manchmal“ und „nie“. Ein ähnliches Bild zeigt die Einschätzung der Häufigkeit, mit der in Kleingruppen oder mit Partner im Unterricht gearbeitet wird bzw. Dinge des täglichen Lebens verwendet werden. Gestiegen ist dabei die Häufigkeit im Rang „ziemlich oft“ und gesunken in den Rängen „manchmal“ und „nie“. Allerdings sind in absoluten Zahlen ausgedrückt, in beiden Untersuchungen die Schülerinnen und Schüler der Meinung, „manchmal“ in den beschriebenen Sozialformen bzw. mit Alltagsgegenständen zu arbeiten. Drei Viertel aller Befragten geben in der vorliegenden Untersuchung an, den Taschenrechner „fast immer“ im Unterricht zu verwenden, wodurch ein größeres Ausmaß als in der Studie „TIMSS“ ausgedrückt wird.

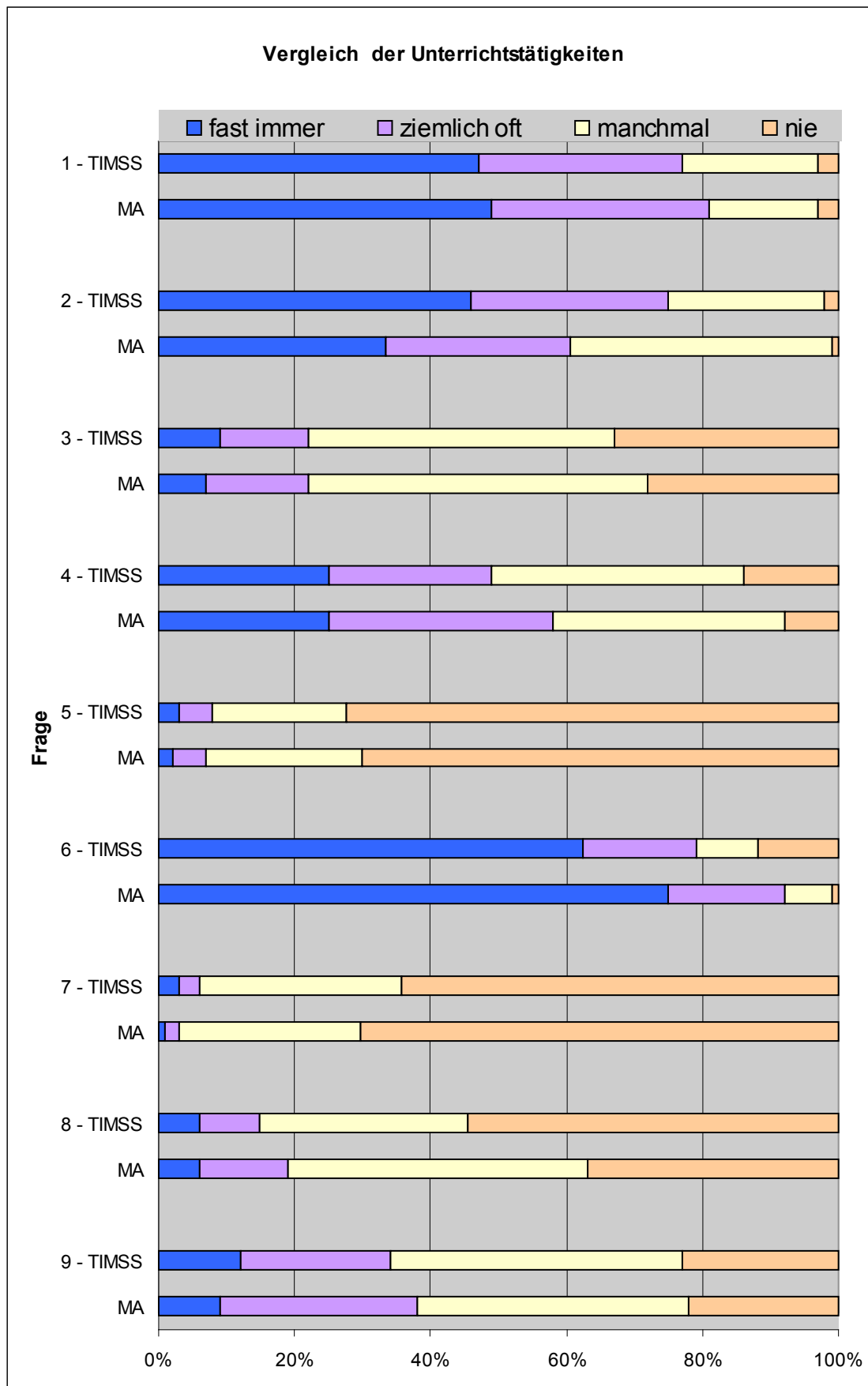


Abbildung 26: Diagramm (Vergleich der Unterrichtstätigkeiten)

Bei den im vorangegangenen Absatz zusammengefassten Einzelergebnisse des Vergleiches von Antworthäufigkeit zu Fragen aus der Studie „TIMSS“ zeigten sich in den Antwortverteilungen Verschiebungen, weshalb mit Einschränkungen angenommen werden darf, dass aus Schülerinnen- und Schülersicht im Unterricht häufiger die Möglichkeit besteht in Partner- bzw. Gruppenarbeit Beispiele zu bearbeiten als dies Schülerinnen und Schüler im Rahmen der Studie „TIMSS“ eingeschätzt haben. Zwischen den beiden Erhebungszeitpunkten ist aufgrund der Einschätzung durch die Schülerinnen und Schüler ein Anstieg der Häufigkeit der selbständigen Arbeit mit Arbeitsblättern bzw. im Heft sowie in der Verwendung von Alltagsgegenständen und des Taschenrechners im Mathematikunterricht aus Sicht der Schülerinnen und Schüler beschreibbar. In dem österreichischen Lehrplan für Mathematik an Hauptschulen werden in den Ausführungen zu den didaktischen Grundsätzen das gemeinsame Arbeiten in Gruppen oder mit Partner, die Einzelarbeit wie auch das projektorientierte Arbeiten als jene Unterrichtsformen angeführt, die im Fachunterricht vorherrschen sollen (vgl. BMUKK 2009a, S. 3). Im gemeinsamen Arbeiten an Projekten sieht auch URBAN (2004a) eine Chance, um im Unterricht eine „längerfristige Beschäftigung mit einem speziellen Interessensgebiet“ (URBAN 2004a, S. 102) zu ermöglichen und damit auch kreativitätsfördernde Bedingungen zu schaffen. Den Schülerinnen und Schülern Möglichkeiten zur Projektarbeit zu geben, ist eine von mehreren Handlungsoptionen die URBAN (2004a) in seinen Überlegungen zur Kreativitätsförderung in der Schule ausführt (vgl. a.a.O., S. 100). Zwischen den Erhebungszeitpunkten der Studie „TIMSS“ im Jahr 1995 und der vorliegenden Untersuchung im Jahr 2008 wurde an Hauptschulen ein neuer Lehrplan ab dem Jahr 2000 eingeführt (vgl. BMUKK 2009b). Aufgrund vorliegender Forschungen darf aber nicht angenommen werden, dass ein neuer Lehrplan automatisch große Veränderungen für das tatsächliche Unterrichtsgeschehen bedeutet. Wie weit ein neuer Lehrplan verändernd wirkt, hängt davon ab, in welchem Ausmaß es den „Lehrkräften möglich ist, was sie bisher getan haben, auch im Horizont des neuen Lehrplans didaktisch zu legitimieren“ (HOPMANN/RQUARTS 1999, S. 10). Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen ein Ansteigen in der Häufigkeit, mit der die Schülerinnen und Schüler angeben, selbständig, mit Partner oder in Gruppen zu arbeiten. Die Möglichkeit zur selbständigen Arbeit wird dabei am höchsten eingeschätzt. Gleich hoch und gleichzeitig am häufigsten genannt wird

von den Schülerinnen und Schülern, dass sie in dieser Form „manchmal“ wie auch „ziemlich oft“ arbeiten. „Manchmal“ arbeiten sie aus ihrer Sicht mit Partner oder in Gruppen. Gesunken im Vergleich zu den Angaben aus der Studie „TIMSS“ scheint die Häufigkeit mit der Schülerinnen und Schüler meinen, den Computer im Mathematikunterricht zu verwenden. Gleich niedrig ist in beiden Befragungen die Einschätzung der Häufigkeit der Projektarbeit und der mündlichen Prüfungen. Hingegen scheint das Vorzeigen von Problemlösungsschritten durch die Lehrkraft aus Schülerinnen- und Schülersicht im Mathematikunterricht sehr häufig zu erfolgen. Durch Erklären und anschauliches Vermitteln sollen die Schülerinnen und Schüler Lösungsschritte nachvollziehen, um in zukünftigen Lösungsprozessen darauf zurückgreifen zu können. Dieses Vorgehen zählt zu den Grundformen des Mathematiklernens und ZECH (2002) beschreibt es als „kognitives Modellieren“ (ZECH 2002¹⁰, S. 335). Für ihn sind sowohl die Anleitung wie auch das selbständige Arbeiten im Mathematikunterricht bedeutsam, da beide zu der Entwicklung der Problemlösefähigkeit beitragen (vgl. a.a.O., S. 351). Dabei wird der Prozess des Problemlösens von den Fachdidaktikern als jener herausgearbeitet in dem Schülerinnen und Schüler kreativ werden können und daraus wird abgeleitet, dass es bedeutsam ist den Schülerinnen und Schülern Möglichkeiten zu eröffnen, die geeignet scheinen, kreative Prozesse zu fördern. URBAN (1999, 2004a) hat Handlungsräume zu seinem „Komponentenmodell der Kreativität“ (URBAN 1991, 2004a) herausgearbeitet und die Bedeutung des Zusammenwirkens von kognitiven und personalen Aspekten für den kreativen Prozess hervorgehoben. Es ist das zentrale Anliegen dieser Untersuchung, Erkenntnisse zu Handlungsoptionen, die auf Grundlage der Fragen zu den Kreativitätskomponenten nach URBAN (1999, 2004a) formuliert wurden, aus Schülerinnen- und Schülersicht zu erhalten. Die beschriebenen Fragen zu den Handlungsoptionen beziehen sich auf die sechs Kreativitätskomponenten nach URBAN (1991, 2004a). Er hält diese Fragen für geeignet, die schulische Wirklichkeit dahingehend zu untersuchen, ob Handlungsräume, die sich auf die kognitiven und personalen Aspekte der Komponenten beziehen, für die Schülerinnen und Schüler eröffnet werden (vgl. URBAN 2004a, S. 100 und URBAN 2004b, S. 34).

Da die Fragebögen von den Schülerinnen und Schülern selbständig und ohne Absprache ausgefüllt wurden, dürfen wir davon ausgehen, dass die daraus gewonnenen Daten die persönliche Sicht jeder Schülerin, jedes Schülers darstellt

und so auch die Handlungsoptionen in ein und derselben Klasse bzw. Lerngruppe von den Schülerinnen und Schülern je verschieden erfahren werden können. Die Berechnungen auf Grundlage der Gesamtheit aller gesammelten Daten ermöglicht eine Zusammenschau aller individuell erlebten Handlungsoptionen.

Daher soll im Folgenden eine Zusammenfassung der Analyse der Untersuchungsdaten über die erlebten Handlungsoptionen der Schülerinnen und Schüler zu jeder der sechs Komponenten vorgestellt werden. Aus den Berechnungen geht hervor, dass die überwiegende Mehrheit der Schülerinnen und Schüler der Meinung ist, „oft“ Handlungsoptionen zu der Komponente „Allgemeine Wissens- und Denkfähigkeits-Basis“ im Unterricht vorzufinden. Dies bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler der Ansicht sind, dass im Unterricht z. B. auf den Lösungsverlauf geachtet wird, eine Reflexion über den Lösungsweg und dessen Auswirkungen „oft“ erfolgt und Ideen von Mitschülerinnen- und Mitschülern weiterentwickelt werden. Allerdings zeigt sich auch, dass die Einschätzung der Wichtigkeit der richtigen Lösung sehr hoch ist. Im Gegensatz dazu werden die Handlungsoptionen zu der Komponente „Spezifische Wissensbasis und spezifische Fertigkeiten“ vom überwiegenden Teil der Befragten als „selten“ eingestuft. In diesem Zusammenhang wird unter „spezifisch“ verstanden, wie weit das individuelle Interesse der Schülerinnen und Schüler an der Mathematik in den Unterricht aus ihrer Sicht eingebracht werden kann, ob sie meinen, dass eine vertiefende Beschäftigung mit fachspezifischen Problemen im Unterricht erfolgen kann, oder auch ob aus ihrer Sicht „extra-curriculare Maßnahmen“ (URBAN 1999, S. 124) für das Fach Mathematik angeboten werden. Wie bereits ausgeführt, werden diese Möglichkeiten durch die Schülerinnen und Schüler niedrig eingeschätzt. Besonders auffallend ist die Einschätzung über die Maßnahmen zur Förderung des spezifischen mathematischen Wissens und von spezifischen mathematischen Fertigkeiten durch ein zusätzliches Lernangebot wie z. B. eine zusätzliche Mathematikstunde für Interessierte oder die Teilnahme an Mathematikwettbewerben, woran die Mehrheit der Befragten angibt, noch „nie“ teilgenommen zu haben bzw. meint, dass kein derartiges Angebot seitens der Schule erfolgt. Die Ergebnisse zu der Komponente „Motive und Motivation“ verdeutlichen die Meinung der Schülerinnen und Schüler, in einem mittleren Ausmaß – bzw. „manchmal“ – Handlungen, die dieser Komponente zuzuordnen

sind, auszuführen. Selbständiges Problemlösen oder durch Probieren bzw. selbständiges Erforschen mathematische Aufgaben zu lösen, dazu finden die Schülerinnen und Schüler ihren Angaben nach, in einem mittleren Ausmaß im Unterricht Möglichkeiten vor. Ein zu oft Wiederholen wird von Fachleuten als motivationshemmend angesehen. Hier zeigt die Gesamtheit aller Einschätzungen, dass die Schülerinnen und Schüler der Meinung sind, „manchmal“ zu viel zu wiederholen. Dass sie sich in ihrer Freizeit mit Mathematik beschäftigen, verneinen die meisten der Befragten. Zu den bisher besprochenen Kreativitätskomponenten kann festgehalten werden, dass die Einschätzungen der ihnen zugeordneten Handlungsoptionen durch die Schülerinnen und Schüler gleiche Tendenzen zeigten. Entweder fanden die Schülerinnen und Schüler ihrer Meinung nach diese „manchmal“ oder aber auch „oft“ im Unterricht vor. Für die anderen drei Kreativitätskomponenten kann so eine Tendenz nicht mehr gefunden werden, da die jeweils zugeordneten Handlungsoptionen durch die Schülerinnen und Schüler höchst unterschiedlich eingeschätzt werden. So ist z. B. die Mehrheit der Befragten der Meinung, „fast immer“ weitergehende Fragen im Unterricht stellen zu können, in einer weiteren Handlungsoption derselben Komponente schätzen sie ihre Möglichkeiten dazu mit nur „manchmal“ ein. Eine derartige Streuung weisen die Komponenten „Divergentes Denken & Handeln“, „Fokussierung und Anstrengungsbereitschaft“, und „Offenheit und Ambiguitätstoleranz“ auf. Hier scheint es eher angebracht, die Einzelanalysen je Handlungsoption zu betrachten, als eine Gesamteinschätzung zu der Komponente zu formulieren, die die unterschiedlichen Ausprägungen nie fassen könnte. Die Schülerinnen und Schüler schätzen ihre Handlungsoptionen zu der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“ wie z. B. im Unterricht selbständig eigene Lösungswege finden und auch mehrere Lösungsversuche zu machen als in einem mittleren Ausmaß gegeben ein. Die Mehrheit der Befragten meint, dass sie im Mathematikunterricht „sehr oft“ gemeinsam nach verschiedenen Lösungswegen suchen und ihre Lehrerin oder ihr Lehrer originelle Lösungen schätzt. Mehr als drei Viertel geben an, dass sie „sehr oft“ die Möglichkeit haben weitergehende Fragen zu stellen. Nur „manchmal“ sehen sie die Möglichkeit, nachdem sie mit ihrer Arbeit fertig sind, sich auch selbst neue Aufgaben zu suchen und ebenso niedrig wird die Häufigkeit der Aufforderung, sich nicht mit der erstbesten Lösung zufrieden zu geben, aus Schülerinnen- und Schülersicht eingeschätzt. Zu der

Komponente „Fokussierung und Anstrengungsbereitschaft“ geben mehr als 80% der Schülerinnen und Schüler an, dass aus ihrer Sicht „sehr oft“ ihr besonderer Einsatz von den Lehrkräften geschätzt wird und mehr als die Hälfte meinen, „oft“ Rückmeldung über ihre Leistungen im Fach Mathematik zu erhalten. Hingegen meint ebenfalls die Hälfte der Befragten, dass im Unterricht nur „manchmal“ ganz bewusst versucht wird, Ablenkung zu vermeiden. Die verschiedenen Ausprägungen der Antworten zu der Komponente „Offenheit und Ambiguitätstoleranz“ zeigen, dass im Unterricht aus Sicht von mehr als der Hälfte aller Schülerinnen und Schüler eine Fehlerkultur gepflegt wird, und auch, dass Ideen, auch wenn sie nicht gleich zur richtigen Lösung führen, „oft“ aus Schülerinnen- und Schülersicht in den Unterricht eingebracht werden. Hingegen wird von ebenfalls mehr als der Hälfte der Mathematikunterricht „manchmal“ als spannend empfunden und sie geben auch an, „manchmal“ in Gruppen zu arbeiten um nach außergewöhnlichen Lösungen zu suchen. In einem mittleren Ausmaß geben sie an, aus den bearbeiteten Beispielen etwas für den Alltag zu lernen und von den Lehrkräften dazu angehalten zu werden, selbständig Lösungswege zu entwickeln.

Damit die vorangegangenen Beschreibungen der von den Schülerinnen und Schülern je individuell erlebten Handlungsoptionen zu den einzelnen Kreativitätskomponenten geordnet werden können, soll nun eine Reduzierung von vier auf zwei Häufigkeitsausprägungen erfolgen. Dafür werden die Einschätzungen der Schülerinnen und Schüler zu den Kategorien „fast immer“ und „ziemlich oft“ zu einer Kategorie „oft“ zusammengefasst. In die zweite Kategorie „selten“ werden die Einschätzungen „manchmal“ und „nie“ eingeordnet. Zuordnungskriterium ist der errechnete Median jeder Handlungsoption. Daher können nun Lernerfahrungsbereiche beschrieben werden, welche die Schülerinnen und Schüler meinen „oft“ bzw. „selten“ zu erfahren.

Lernerfahrungsbereiche, die Schülerinnen- und Schülern meinen „oft“ zu erleben:

Aufgrund der Rückmeldungen der befragten Schülerinnen und Schüler dürfen wir davon ausgehen, dass aus Schülerinnen- und Schülersicht im Unterricht „oft“ die Auswirkung eines Lösungswegs besprochen wird, sie die Möglichkeit sehen eigene Lösungswege zu entwickeln, gefundene Lösungen im Nachhinein

nochmals zu besprechen und zu reflektieren, aber auch, dass sie „oft“ die Erfahrung machen, dass in der Mathematikgruppe gemeinsam nach verschiedenen Lösungen gesucht wird und Fehler erlaubt sind. Weiters fallen in diesen Lernerfahrungsbereich die Aussagen, dass die Schülerinnen und Schüler meinen, „oft“ Rückmeldung über ihre Leistung zu erhalten, dass originelle Lösungen, wie auch Ideen, auch wenn diese nicht sofort zur richtigen Lösung führen, aus ihrer Perspektive von den Lehrenden geschätzt werden und sie dazu „oft“ Erfahrungen sammeln können. Weiters geben die Schülerinnen und Schüler an, dass sie im Unterricht „oft“ die Wichtigkeit von Lösungsverläufen wie auch die Bedeutung der richtigen Lösung erfahren, und dass sie der Meinung sind, genügend Zeit im Unterricht vorzufinden um mehr als einen Lösungsversuch unternehmen zu können. Sie geben an, „oft“ Aufgaben zu bearbeiten, bei denen sie selbst etwas herausfinden bzw. erforschen sollen. Ebenso wird aus ihrer Sicht besonderer Einsatz wertgeschätzt und sie geben an „oft“ die Erfahrung zu machen, dass ihre weiterführenden Fragen im Unterricht aufgegriffen werden. Zur Veranschaulichung aller als „oft“ erlebten Handlungsoptionen werden diese den Komponenten des Modells nach URBAN (1991, 2004a) zugeordnet und in einem Kreisdiagramm widergegeben.

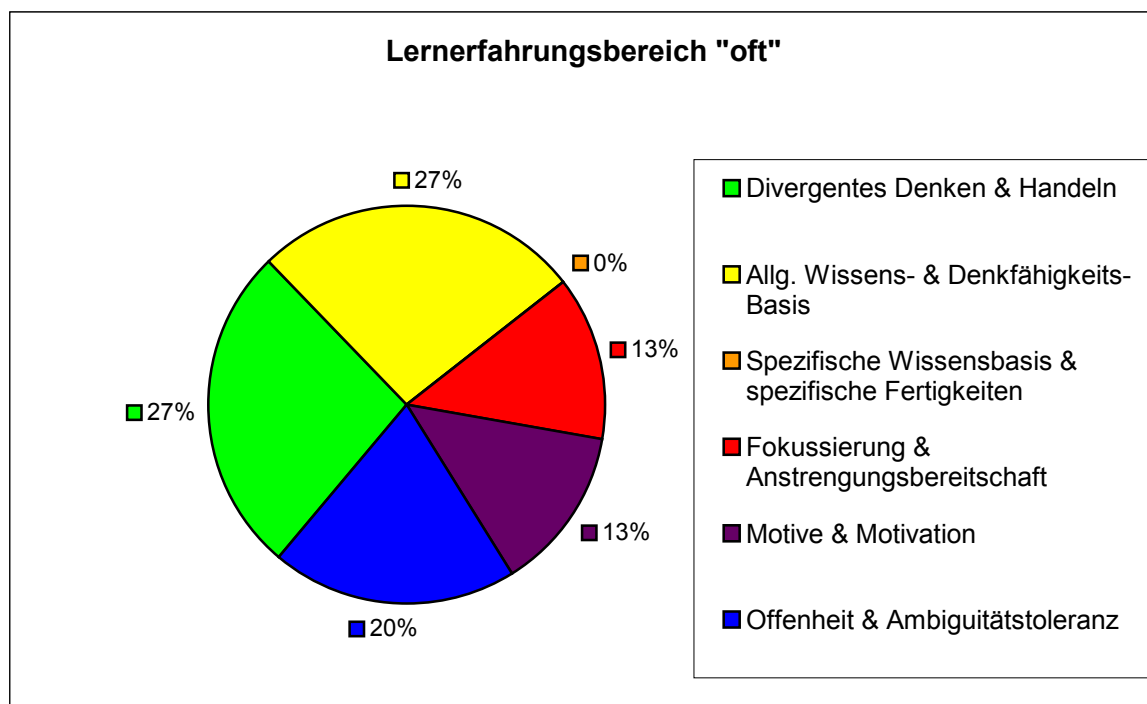


Abbildung 27: Diagramm (Lernerfahrungsbereich „oft“)

Lernerfahrungsbereiche, die Schülerinnen- und Schülern meinen „selten“ zu erleben:

„Selten“ machen die Schülerinnen und Schüler aus ihrer Sicht die Erfahrung, dass außergewöhnliche Ideen von Mitschülerinnen und Mitschülern weiterentwickelt werden, dass bewusst Ablenkungen im Unterricht vermieden werden oder sie die Aufforderung erfahren, sich nicht mit der erstbesten Lösung zufrieden zu geben. Das eigene, spezielle Interesse in den Unterricht einbringen zu können, den Mathematikunterricht spannend zu finden, aus den bearbeiteten Aufgaben etwas für den Alltag zu lernen, sind Erfahrungen, die sie ihrer Einschätzung nach „selten“ machen. Sie meinen auch, „weniger oft“ die Möglichkeiten vorzufinden, um aus gestellten Aufgaben eine neue oder durch Probieren verschiedene Lösungen zu finden, in Gruppen nach außergewöhnlichen Lösungen zu suchen oder die Erfahrung zu machen, Lösungen selbstständig zu entwickeln. Am niedrigsten werden von den Schülerinnen und Schülern die Erfahrungsbereiche eingeschätzt, die die Häufigkeit der Teilnahme an Mathematikwettbewerben, ein zusätzliches Lernangebot für Mathematik an der Schule betreffen bzw. dass sie sich selbst in ihrer Freizeit mit Mathematik beschäftigen. Zur Veranschaulichung wurden auch hier die als „selten“ erlebten Handlungsoptionen den Komponenten des Modells nach URBAN (1991, 2004a) zugeordnet und in einem Kreisdiagramm dargestellt.

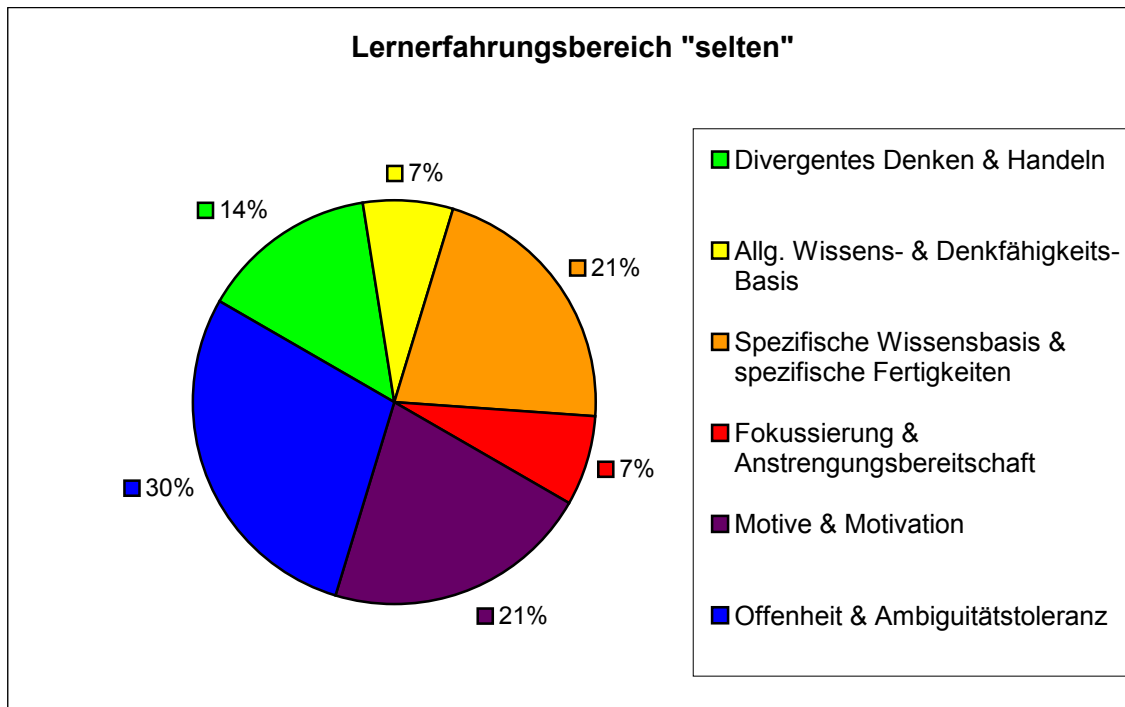


Abbildung 28: Diagramm (Lernerfahrungsbereich „selten“)

Um zu jeder der sechs Komponenten Unterschiede den Einschätzungen zwischen Buben und Mädchen, zwischen den Schülerinnen und Schülern der drei Leistungsgruppen bzw. bezüglich der letzten Zeugnisnote, zu erforschen, wurden die Mittelwertunterschiede der Gruppen für jede der Komponenten: „Divergentes Denken & Handeln“, „Allgemeine Wissens- und Denkfähigkeits-Basis“, „Spezifische Wissensbasis und spezifische Fertigkeiten“, „Fokussierung und Anstrengungsbereitschaft“, „Motive und Motivation“ und „Offenheit und Ambiguitätstoleranz“ geprüft.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die aufgrund der Auswertung sich zeigenden Unterschiede in der Einschätzung der Handlungsoptionen durch die Schülerinnen und Schüler gering, aber signifikant sind. Die befragten Schülerinnen schätzen ihre Handlungsoptionen hinsichtlich der Kreativitätskomponenten nach URBAN (1991, 2004a) in allen sechs Komponenten niedriger ein als ihre Mitschüler. Die festgestellten Unterschiede bleiben auch dann gering wenn sie je nach Leistungsniveau kontrolliert werden. Sie erklären einen geringen Anteil je Komponente. Aus vorliegenden Untersuchungen zum Mathematikunterricht aus Schülerinnen- und Schülersicht wissen wir allerdings

auch, dass es mehr Mädchen als Buben für wichtig halten, viel zu üben und zu wiederholen (vgl. BERGER 1999, S. 119). Dazu ergänzend kann aufgrund der vorliegenden Daten aus dieser Untersuchung festgehalten werden, dass Schülerinnen und Schüler der Meinung sind, nur manchmal zu viel zu wiederholen. Ein Drittel verneint sogar diese Aussage, wobei hier die Buben eher der Meinung sind, zu viel zu wiederholen. Zu der Wahrnehmung des Mathematikunterrichts wurde von DITTON (2002) festgestellt, dass Mädchen den Mathematikunterricht positiver sehen als Buben, aber die Lehrkräfte von den Buben positiver beurteilt werden. Es zeigte sich aber auch, dass sowohl Mädchen wie auch Buben mit schwächeren Leistungen, eine weniger positive Einstellung der Schule gegenüber haben und bei niedrigem fachlichem wie auch schulischem Interesse ihre Lehrkraft und den Unterricht weniger positiv wahrnehmen (vgl. DITTON 2002, S. 266 – 271). Auch andere Untersuchungen zum Mathematikunterricht aus Schülerinnen- und Schülersicht lassen erkennen, dass wir nicht davon ausgehen dürfen, dass Mädchen, so wie es aufgrund der Ergebnisse zu den Handlungsoptionen möglich wäre, immer niedrigere Einschätzungen tätigen. Vielmehr können Aussagen über Geschlechterunterschiede immer nur zu der jeweils untersuchten Variable getroffen werden, wenngleich in der vorliegenden Untersuchung die Antworten der Mädchen in allen Fragen zu den Handlungsoptionen sich aufgrund niedrigerer Angaben von jenen der Buben unterscheiden.

Die Betrachtung der Angaben der Schülerinnen und Schüler zu den Handlungsoptionen hinsichtlich der sechs Kreativitätskomponenten entsprechend der Zuordnung zu den drei Leistungsgruppen zeigt, dass die Mittelwerte der Einschätzungen der Handlungsoptionen von Schülerinnen und Schüler der höchsten Leistungsgruppe immer im Spitzenfeld liegen, und dass sie sich teilweise signifikant in ihrer Einschätzung von jenen der Schülerinnen und Schüler der anderen Leistungsgruppen unterscheiden.

Das Zustandekommen der erkennbaren Mittelwertunterschiede hinsichtlich der Variablen „Zeugnisnote“ unterliegt, wie die Datenanalyse zeigt, in fünf Komponenten Zufälligkeiten, weshalb die Annahme, dass Schülerinnen und Schüler je nach Zeugnisnote auch die Häufigkeit mit der sie Handlungsoptionen nach dem Komponentenmodell von URBAN (1991, 2004a) meinen vorzufinden, verschieden hoch einschätzen, für diese fünf Komponenten verworfen werden

muss. Aufgrund der Angaben über die Einschätzung der Handlungsoptionen zu der Komponente „Divergentes Denken und Handeln“ dürfen wir annehmen, dass Schülerinnen und Schüler mit den Zeugnisnoten „Sehr gut“, „Gut“ und „Befriedigend“ diese höher einschätzen als ihre Mitschülerinnen und -schüler.

Zu der Untersuchung der Einschätzung der Bearbeitungshäufigkeit der den Schülerinnen und Schülern vorgelegten geöffneten Aufgaben kann festgehalten werden, dass sie der Meinung sind, solche oder ähnliche Aufgabenstellungen im Unterricht „manchmal“ bzw. „nie“ zu bearbeiten. Die den Schülerinnen und Schülern zur Einschätzung vorgelegten Aufgaben sind in Fachzeitschriften veröffentlicht worden und wurden als Beispiele besprochen, aufgrund derer es möglich werden soll, im Mathematikunterricht über das Stellen von geeigneten Aufgaben kreative Prozesse zu initiieren, weil diese im Besonderen z. B. das selbst Erforschen und Erfinden und selbst Entdecken anregen und die darauf zielen, Probleme selbst zu erkennen und Lösungsstrategien zu entwickeln (vgl. KRATZ 2000, S. 49 – 52 und vgl. WETH 2000, S. 73). KITTEL/MARXER (2005) streben durch das Stellen von Fermiaufgaben an, die Schülerinnen oder Schüler vor die Aufgabe zu stellen, mehrere Modellierungsschritte und Strukturierungen des gegebenen Problems vornehmen zu müssen, und diese Aufgaben scheinen für die Autoren auch dazu geeignet zu sein, die Möglichkeit zu erhalten um die verschiedenen Lösungen zu diskutieren (vgl. KITTEL/MARXER 2005, S. 14 – 18). In der weiters durchgeführten Analyse der Daten zu den geöffneten Aufgabenstellungen im Mathematikunterricht kann durch Mittelwertvergleiche kein signifikanter Unterschied in der Einschätzung der Bearbeitungshäufigkeit zwischen den Schülerinnen und Schülern der drei Leistungsgruppen wie auch kein signifikanter Unterschied aufgrund der Zeugnisnoten beobachtet werden. Hingegen schätzen Mädchen die Bearbeitungshäufigkeit signifikant geringer ein als ihre Mitschüler.

6. RESÜMEE UND AUSBLICK

Die Befragung von Schülerinnen und Schülern ermöglicht einen Blick auf deren erlebte Realität des Mathematikunterrichts hinsichtlich der Handlungsoptionen entsprechend des von URBAN (1991, 2004a) ausgearbeiteten „Komponentenmodell(s) der Kreativität“, das sechs einander überlappende und interdependente Komponenten aufweist. Drei Modellkomponenten beziehen sich auf kognitive Aspekte. Dazu zählen „Divergentes Denken & Handeln“, „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeitsbasis“ sowie „Spezifische Wissensbasis & spezif. Fertigkeiten“ (URBAN 1991, S. 14). Die Komponenten „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“, „Motive und Motivation“ und „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“ (URBAN 2004a, S. 48) beziehen sich auf den personalen Aspekt von Kreativität. URBAN (2004a) führt aus, dass sich die sechs Komponenten und ihre Subkomponenten in „je unterschiedlichen Kombinationen“ zeigen, und dass auch das Ausmaß, in dem die einzelnen Komponenten interagieren, variiert (vgl. a.a.O., S. 47 – 49). Die von URBAN (1999, 2004a) zu jeder Komponente formulierten Fragen, die sich auf die kognitiven und personalen Aspekte der Komponenten beziehen und eine Betrachtung der diesbezüglichen Handlungsräume im Unterricht aus Schülerinnen- und Schülersicht ermöglichen, wurden in dieser Untersuchung speziell für den Mathematikunterricht aufgegriffen und die Einschätzungen der Schülerinnen und Schüler dazu analysiert.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass Mädchen ihre Handlungsoptionen zu allen sechs Komponenten des Kreativitätsmodells niedriger einschätzen als ihre Klassenkollegen. Weiterführende Analysen ergeben, dass die differierenden Einschätzungen zwischen Mädchen und Buben auch dann erhalten bleiben, wenn sie hinsichtlich des Leistungsniveaus d. h. je Leistungsgruppe betrachtet werden. Allerdings zeigen die Ergebnisse auch, dass die festgestellten Unterschiede nur im äußerst geringen Maße dazu beitragen das Zustandekommen der Einschätzungen je Kreativitätskomponente zu erklären. Dies bedeutet, dass Unterschiede zwischen Mädchen und Buben in der Einschätzung der Handlungsoptionen feststellbar sind, dass diese aber wenig bedeutsam im Hinblick auf das Gesamtergebnis sind. Auch die Bearbeitungshäufigkeit von

geöffneten Aufgaben scheint aus Sicht der Schülerinnen niedriger zu sein als aus Sicht der Buben. Dies führt zu der Frage ob Mädchen immer zu niedrigeren Einschätzungen tendieren als Buben, denn aufgrund des koedukativen Unterrichts dürfen wir von gleichen Handlungsräumen wie auch gleichen Bearbeitungshäufigkeiten von geöffneten Aufgaben ausgehen, weshalb angenommen werden darf, dass die vorgefundenen unterschiedlichen Einschätzungen aufgrund des differenzierten Erlebens von Mädchen und Buben entstehen konnten. Vorliegende Forschungen über den Einfluss des Geschlechts legen aber keine derartige Annahme nahe, dass Mädchen immer niedrigere Einschätzungen als Buben tätigen, denn wie z. B. DITTONS (2002) Forschungen zeigen, bewerten Buben den Unterricht weniger hoch als Mädchen. Hingegen schätzen sie ihre Lehrkraft positiver ein als die Mädchen. Weiters zeigt sich die Wechselwirkung, dass Schülerinnen eine weibliche Lehrkraft positiv wahrnehmen und Buben ein männliche, außerdem korrespondiert eine positive Einschätzung der Mathematiklehrkräfte durch die Klasse mit der Aussage der Lehrkraft, gern in der betreffenden Klasse zu unterrichten (vgl. DITTON 2002, S. 266 – 274).

Bezüglich der Erwartungen an den Mathematikunterricht arbeitet JAHNKE-KLEIN (2004) Unterschiede zwischen Mädchen und Buben heraus. Demnach wünschen sich die befragten Mädchen ausführlichere Erklärungen, zusätzliches Übungsmaterial, und sie möchten sich auch lange mit einem Thema beschäftigen. Das Bedürfnis genau und gründlich zu arbeiten scheint bei den Mädchen stärker ausgeprägt zu sein. Buben hingegen wünschen sich ein rascheres Vorgehen im Unterricht, schnellere Themenwechsel, und sie schätzen es, wenn weniger ausführlich erklärt wird und Übungsaufgaben variieren. Wichtig ist sowohl den Mädchen wie auch den Buben, dass ein „Anwendungsbezug“ hergestellt wird, dass sie selbst aktiv werden können. Sie schätzen Gruppenarbeit, ein angenehmes Arbeitsklima sowie Ruhe und Konzentration im Mathematikunterricht (vgl. JAHNKE-KLEIN 2004, S. 16 – 19).

JUNGWIRTH (1990) konnte durch Stundenbeobachtung zeigen, dass Mädchen und Buben unterschiedliche Handlungspraktiken im Umgang mit offenen Fragestellungen haben. Sie beobachtete, dass Mädchen eher abwarten und sich am Interaktionsprozess weniger beteiligen als Buben, die in Erarbeitungsphasen neuer Inhalte auch häufiger bereit sind nicht erstgemeinte oder sinnlose Antworten einzubringen (vgl. JUNGWIRTH 1990, S. 57 und S. 146).

Die vorliegende Schülerinnen- und Schülerbefragung wurde an niederösterreichischen Hauptschulen mit leistungsdifferenziertem Unterricht in den drei Hauptgegenständen Deutsch, Englisch und Mathematik durchgeführt. Daher ist es auch möglich, die Daten zum Mathematikunterricht hinsichtlich der Einschätzung von Schülerinnen und Schülern je nach Leistungsgruppe zu analysieren. Die Ergebnisse zeigen, dass hinsichtlich der sechs Komponenten nach URBAN (1991, 2004a), bei vier der sechs Komponenten die Einschätzungen der Handlungsoptionen zwischen den Schülerinnen und Schülern je nach Leistungsgruppe differieren. Diese sind zu den Komponenten „Divergentes Denken & Handeln“, „Spezifische Wissensbasis & spezifische Fertigkeiten“, „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“ und „Motive und Motivation“ (URBAN 2004a, S. 48) abgegeben worden, wodurch ausgedrückt wird, dass die Schülerinnen und Schüler je nach Leistungsgruppe ihre Handlungsoptionen zu den vier genannten Komponenten verschieden einschätzen. Davon abweichende Ergebnisse brachte die Befragung hinsichtlich der Komponenten „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“ wie auch „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“, weshalb wir annehmen dürfen, dass die Einschätzungen der Handlungsoptionen von den Schülerinnen und Schülern aller drei Leistungsgruppen zu diesen beiden Komponenten sehr ähnlich sind. Im Besonderen kann festgehalten werden, dass von den Schülerinnen und Schülern der Leistungsgruppe mit dem höchsten Leistungsniveau auch die Einschätzungen der Handlungsoptionen zu den höchsten zählen, und das trifft für alle sechs Komponenten des Modells zu. ZECH (2002), regt an zu überlegen, ob Aufgaben zum Problemlösen, die hohe Transferleistungen erfordern, allen Schülerinnen und Schülern im selben Ausmaß zu stellen sind, oder ob von manchen Schülerinnen und Schülern vermehrt Routineaufgaben bearbeitet werden sollen. Er tritt für eine Leistungsdifferenzierung ein und hebt hervor, dass daher jenen Schülerinnen und Schülern Problemlösungsaufgaben öfters gestellt werden sollen, die dazu einerseits bereit und andererseits auch dazu fähig sind (vgl. ZECH 2002¹⁰, S. 354ff und S. 358). Werden die Vorschläge ZECHs im Unterricht umgesetzt, so würde dies bedeuten, dass einigen Schülerinnen und Schülern öfters Aufgaben gestellt werden die z. B. das Finden eigener Lösungswege anregen oder ein eigenständiges Herausfinden und Probieren ermöglichen. Andere Schülerinnen und Schüler könnten wiederum häufiger Routineaufgaben im Mathematikunterricht

bearbeiten, was wiederum auch die Einschätzung erlebter Handlungsoptionen beeinflussen könnte. Auch hierzu könnten analog zum Untersuchungsdesign DITTONS (2002) Befragungen der Lehrerinnen und Lehrer durchgeführt werden und die daraus gewonnenen Daten mit jenen der Schülerinnen und Schüler in Verbindung gebracht werden. Berücksichtigt muss in einem derartigen Forschungsdesign allerdings werden, dass die erhobenen Daten je Gruppe (Schülerinnen und Schüler bzw. Lehrerinnen und Lehrer) deren erlebte Realität repräsentieren und daher auch für jede Gruppe als „wahr“ anzusehen sind. Gruppenvergleiche zu einzelnen Erhebungsinhalten ermöglichen dann eine Zusammenschau des erlebten Unterrichts beider Gruppen.

Aufgrund des in dieser Untersuchung verwendeten Erhebungsinstrumentes und der durchgeführten Datenanalyse können im Erleben von Handlungsoptionen der Schülerinnen und Schüler Unterschiede zwischen den Leistungsgruppen festgestellt werden. Eine weitere Frage erscheint hinsichtlich des leistungsdifferenzierten Unterrichts und der erlebten Handlungsoptionen im Mathematikunterricht noch interessant. Da in Niederösterreich ab dem Schuljahr 2009/10 an ausgewählten Hauptschulen auch für die Fächer Deutsch, Englisch und Mathematik Unterricht in leistungsheterogenen Lerngruppen vorgesehen ist, wäre es von Interesse, die Schülerinnen und Schüler zu den Handlungsoptionen hinsichtlich der sechs Komponenten zu befragen, um aufgrund der veränderten Gruppenbildung Aufschluss darüber zu gewinnen, ob damit auch Veränderungen im Erleben der Handlungsoptionen verbunden sind (vgl. LSR-NOE 2009a, S. 2 und vgl. LSR-NOE 2009b, S. 2 – 7). Weiters könnten Fragen betreffend der Unterrichtsvorbereitung und Durchführung des Mathematikunterrichts hinsichtlich der Kreativitätskomponenten nachgegangen werden. Welche Impulse für die Unterrichtsplanung und -gestaltung von geänderten Rahmenbedingungen ausgehen können haben z. B. HOPMANN/RIQUARTS (1999) anhand von geänderten Lehrplänen erforscht und konnten zeigen, dass Veränderungen im Unterrichtsgeschehen auch davon abhängen inwieweit die Lehrenden ihr gewohntes Handeln „im Horizont des neuen Lehrplans didaktisch [...] legitimieren“ (HOPMANN/RIQUARTS 1999, S. 11) können. Dabei kommen Lehrplänen verschiedene Funktionen (politisch, programmatisch und praktisch) zu und dieser wird auf den drei Ebenen umgesetzt. Eine Untersuchung, die das Handeln der

Lehrenden im Bezug auf Lehrpläne beleuchtet, bezieht sich in dieser Einordnung auf die „praktische Funktion“ von Lehrplänen, die eine „Rahmung und Unterstützung der schulischen Unterrichtsplanung“ (HOPMANN/KÜNZLI 1998, S. 18) darstellt und innerhalb derer den Lehrkräften methodische und pädagogische Freiheiten eröffnet werden, die für den je speziellen Unterricht durch Vorbereitung und Durchführung des Unterricht umgesetzt werden (vgl. a.a.O., S. 18ff). Der für den Mathematikunterricht vorliegende Lehrplan für Hauptschulen wurde österreichweit im Jahr 2000 mit der ersten Klasse aufsteigend eingeführt. Für das Fach Lebende Fremdsprache Englisch wurde dieser überarbeitet und ist mit 1. 9. 2008 in Kraft getreten (vgl. BMUKK 2009b).

Im Rahmen der Untersuchung wurde auch auf die Einschätzung von Handlungsoptionen aufgrund der Mathematiknote eingegangen. Betrachtet man die Verteilung der Noten, so ist eine größere Häufigkeit der Noten „Gut“ und „Befriedigend“ hervorzuheben. Die Noten „Genügend“ und „Sehr gut“ wurden deutlich weniger oft angegeben und die Note „Nicht genügend“ nur in 11 von 414 Antworten genannt. Auffallend ist, dass 40 von 43 Schülerinnen und Schülern, die mit „Sehr gut“ im letzten Zeugnis beurteilt wurden, diese Leistung in der ersten Leistungsgruppe erbracht haben, und jeweils 63 der Befragten geben an, ein „Gut“ bzw. „Befriedigend“ erhalten zu haben. In der zweiten und dritten Leistungsgruppe überwiegen die Noten „Gut“ und „Befriedigend“ bzw. „Genügend“. Die beiden Notenextreme „Sehr gut“ und „Nicht genügend“ werden von 12 der 212 befragten Schülerinnen und Schüler der zweiten und dritten Leistungsgruppe genannt. Da die überwiegende Zahl der Befragten mit der letzten Zeugnisnote „Sehr gut“ in der ersten Leistungsgruppe eingestuft ist, und es eine Vorannahme der Untersuchung war, dass Schülerinnen und Schüler mit höheren Leistungen auch höhere Einschätzungen hinsichtlich der Handlungsoptionen treffen, erstaunt das vorliegende Ergebnis, das zeigt, dass die Einschätzungen der Handlungsoptionen bezogen auf das Komponentenmodell von URBAN (1991, 2004a) hinsichtlich der letzten Zeugnisnote keine signifikanten Unterschiede erbringt. Zu erwarten wäre gewesen, dass Schülerinnen und Schüler mit als „Sehr gut“ bewerteten Mathematikleistungen auch die Handlungsoptionen anders als ihre Mitschülerinnen und -schüler einschätzen, zumal 93% von ihnen in Gruppen mit dem höchsten Leistungsniveau in Mathematik unterrichtet werden und die

Ergebnisse gezeigt haben, dass die Einschätzungen dieser Leistungsgruppe immer zu den höchsten zählen. Dieses Ergebnis verdeutlicht, dass zwar die Einschätzungen der Handlungsoptionen von Schülerinnen und Schülern der leistungsstärksten Gruppe unter den höchsten zu finden sind, dass aber Schülerinnen und Schüler mit der Mathematiknote „Sehr gut“ die vorgefundenen Handlungsoptionen annähernd gleich einschätzen wie ihre Klassenkolleginnen und -kollegen. Anscheinend differieren die erlebten Handlungsoptionen je nach Leistungsgruppe und nicht aufgrund der Note. Da in der Untersuchung die Noten über die Leistungsgruppen hinweg zusammengefasst wurden, wäre eine weitere Differenzierung nach Noten je Leistungsgruppe in einer Folgeuntersuchung denkbar, allerdings müssten dann weit mehr Schülerinnen und Schüler befragt werden, damit ausreichend Datensätze als Berechnungsgrundlage vorliegen. Eine derartig umfassende Erhebung scheint als sehr aufwändig, da bei sehr guten Leistungen die Schülerinnen und Schüler während des Unterrichtsjahres in die höhere Leistungsgruppe aufzusteufen bzw. umgekehrt bei sehr schwachen Leistungen abzustufen sind.

Die Bearbeitungshäufigkeit von geöffneten Aufgabenstellungen im Mathematikunterricht wird von den Schülerinnen und Schülern als sehr selten eingestuft. Hierzu wären weiterführende Fragen interessant, die sich danach richten, wie hoch von den Schülerinnen und Schülern die Bearbeitung anderer Aufgabenstellungen eingeschätzt werden, um so nicht nur Einblicke in die erlebte Realität von Schülerinnen und Schülern zu den Beispielsformaten des Problemlösens zu gewinnen. Weiters könnte auch ein Perspektivenwechsel angestrebt werden, indem aus Lehrerinnen- und Lehrersicht Untersuchungen zu den Aufgabenformaten durchgeführt werden. Vorliegende Befragungsergebnisse von Lehrerinnen und Lehrern in Deutschland, der Schweiz und Norwegen zeigen, dass sie Informationen z. B. aus Schulbüchern oder aus eigenen Unterrichtsmaterialien beziehen und nur selten der fachdidaktischen Literatur entnehmen (vgl. HOPMANN/RICQUARTS 1999, S. 17). Hierzu stellt sich die Frage, ob auch österreichische Lehrerinnen und Lehrer vergleichbare Aussagen tätigen, und ob im Speziellen für den Mathematikunterricht die Frage untersucht werden könnte, aus welchen Quellen Lehrerinnen und Lehrer die im Unterricht bearbeiteten Beispiele entnehmen und wonach sie sich bei der Beispielwahl

orientieren. Interessant dazu erscheint auch die Frage nach dem diesbezüglichen Einfluss von internationalen Vergleichsstudien wie „PISA“ oder „TIMSS“. So könnten sich vielleicht aufgrund des wachsenden öffentlichen Interesses an den Ergebnissen auch für den Mathematikunterricht Veränderungen ergeben, die z. B. eine stärkere Zuwendung zu bestimmten Aufgabenformaten bringen und so wiederum auf das Lernerleben der Schülerinnen und Schüler einwirken.

MEYERHÖFER (2003) führt aus, dass „TIMSS“ und „PISA“ als „politische Instrumente“ nicht nur auf schulischer Ebene folgenreiche Wirkungen zeigen, sondern auf personaler wie auch auf nationaler Ebene wirken können. Obwohl sie auf der personaler Ebene ohne Folgen sein sollten, stehen sie „in der Gefahr [...], als personal folgenreiche Testinstrumente fehlgebraucht zu werden“ (MEYERHÖFER 2003, S. 84). Weiters können sie etwa auch Auswirkungen auf finanzielle Zuwendungen für einzelne Schulen haben oder „kollektive Selbst- und Fremdbewußtseinsausprägungen und politische Entscheidungen“ beeinflussen (vgl. MEYERHÖFER 2003, S. 84f).

Weiters zeigen die aus der Befragung gewonnenen Ergebnisse, dass die Schülerinnen und Schüler die Handlungsoptionen zu den sechs Komponenten verschieden hoch einschätzen. So liegen für die überwiegende Mehrheit der Schülerinnen und Schüler „oft“ Handlungsoptionen zu der Komponente „Allgemeine Wissens- und Denkfähigkeits-Basis“ im Unterricht vor. Die Handlungsoptionen zu der Komponente „Spezifische Wissensbasis und spezifische Fertigkeiten“ werden vom überwiegenden Teil der Befragten als „selten“ eingestuft. Die Ergebnisse zu der Komponente „Motive und Motivation“ verdeutlichen die Meinung der Schülerinnen und Schüler, in einem mittleren Ausmaß – bzw. „manchmal“ – Handlungen, die dieser Komponente zuzuordnen sind, auszuführen. Eine breite Streuung der Einschätzungen von Handlungsoptionen weisen die Komponenten „Divergentes Denken & Handeln“, „Fokussierung und Anstrengungsbereitschaft“, und „Offenheit und Ambiguitätstoleranz“ auf, weshalb es für diese Komponenten angebracht erscheint sich an den Einzelanalysen je Handlungsoption der betreffenden Komponente zu orientieren. Betrachtet man die Ergebnisse der Komponenten hinsichtlich der kognitiven und personalen Aspekte des Modells, so kann zu den kognitiven Aspekten festgehalten werden, dass die Schülerinnen und Schüler meinen,

Handlungsoptionen zu der Komponente „Allgemeine Wissens- und Denkfähigkeits-Basis“ „oft“, zu der Komponente „Spezifische Wissensbasis und spezifische Fertigkeiten“ „selten“ vorzufinden und bezüglich der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“ werden die einzelnen Handlungsoptionen verschieden hoch eingeschätzt. Die Handlungsoptionen zu den Komponenten, die personale Aspekte fassen, werden überwiegend uneinheitlich eingeschätzt. Dies zeigen die Ergebnisse zu den Komponenten „Fokussierung und Anstrengungsbereitschaft“ und „Offenheit und Ambiguitätstoleranz“. Die Handlungsoptionen zu der Komponente „Motive und Motivation“ werden von Schülerinnen und Schülern als durchschnittlich bzw. unterdurchschnittlich eingestuft.

Die vorangegangenen Einordnungen der Ergebnisse in jede einzelne Komponente bzw. entsprechend der kognitiven und personalen Aspekte des Modells sollen nun durch die Einordnung der je individuell erlebten Handlungsoptionen in Lernerfahrungsbereiche erweitert werden. Dazu wird aus allen Einschätzungen zu den Befragungskategorien „fast immer“ und „ziemlich oft“ der Lernerfahrungsbereich „oft“ gebildet und die Befragungskategorien „manchmal“ und „nie“ in dem Lernerfahrungsbereich „selten“ zusammengefasst. Die rückgemeldeten Erfahrungen zu den Handlungsoptionen werden nun den beiden Lernerfahrungsbereichen zugeordnet und je Kreativitätskomponente zusammengefasst. Anhand der grafischen Darstellung sind die Ausprägungen der einzelnen Lernerfahrungsbereiche je Kreativitätskomponente ablesbar.

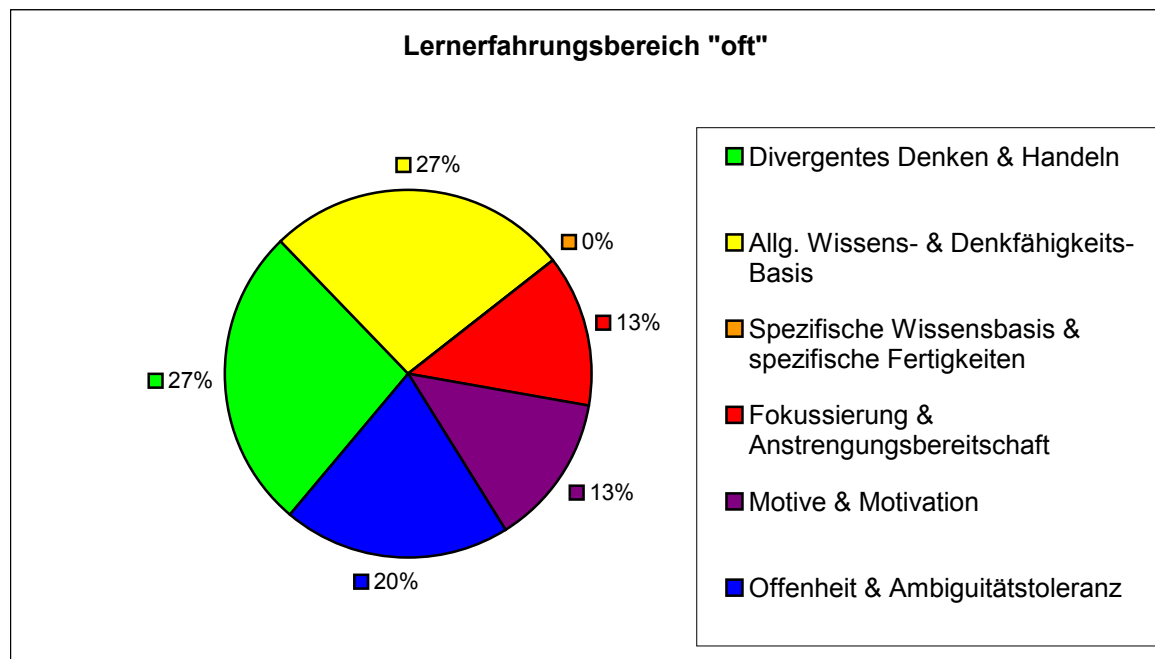


Abbildung 29: Diagramm (Lernerfahrungsbereich „oft“)

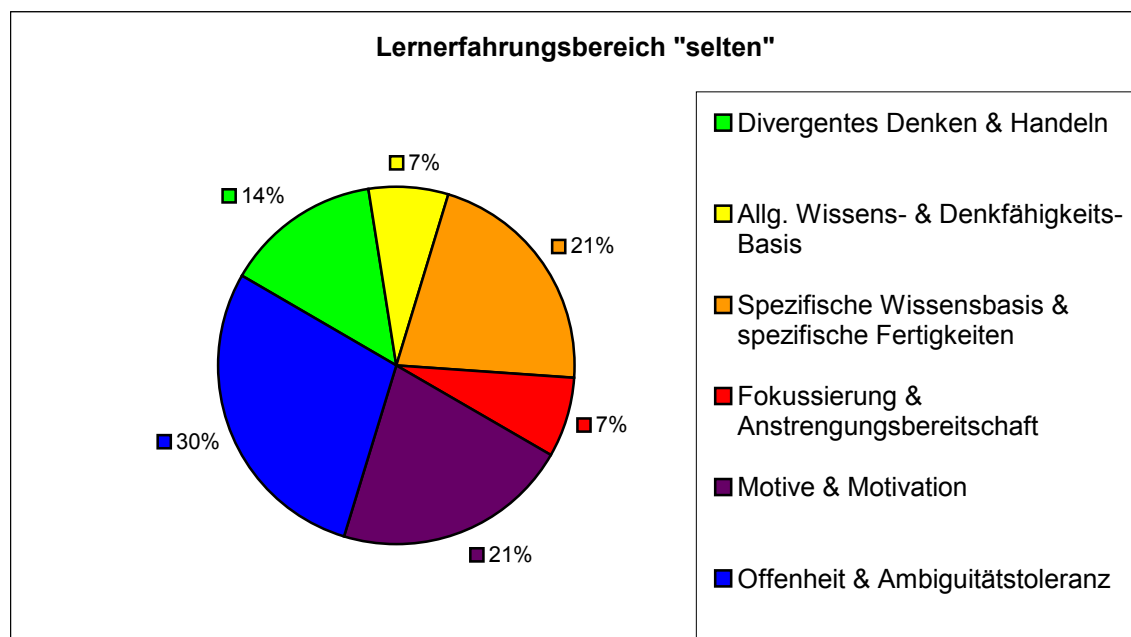


Abbildung 30: Diagramm (Lernerfahrungsbereich „selten“)

Eine Zusammenschau der Lernerfahrungsbereiche je Kreativitätskomponente soll die folgende Grafik bieten. Dafür wurden die Prozentsätze der Kategorien „oft“ bzw. „selten“ nebeneinander gestellt und sind in der Übersicht nachzulesen.

■ Divergentes Denken & Handeln:	76% "oft" 33% "selten"
■ Allg. Wissens- & Denkfähigkeits-Basis:	80% "oft" 20% "selten"
■ Spezifische Wissensbasis & spezifische Fertigkeiten:	100% "selten"
■ Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft:	76% "oft" 33% "selten"
■ Motive & Motivation:	40% "oft" 60% "selten"
■ Offenheit & Ambiguitätstoleranz:	43% "oft" 57% "selten"

Die helle Färbung soll den Anteil der Kategorie „oft“ und die dunkle Färbung den Anteil der Kategorie „selten“ verdeutlichen.

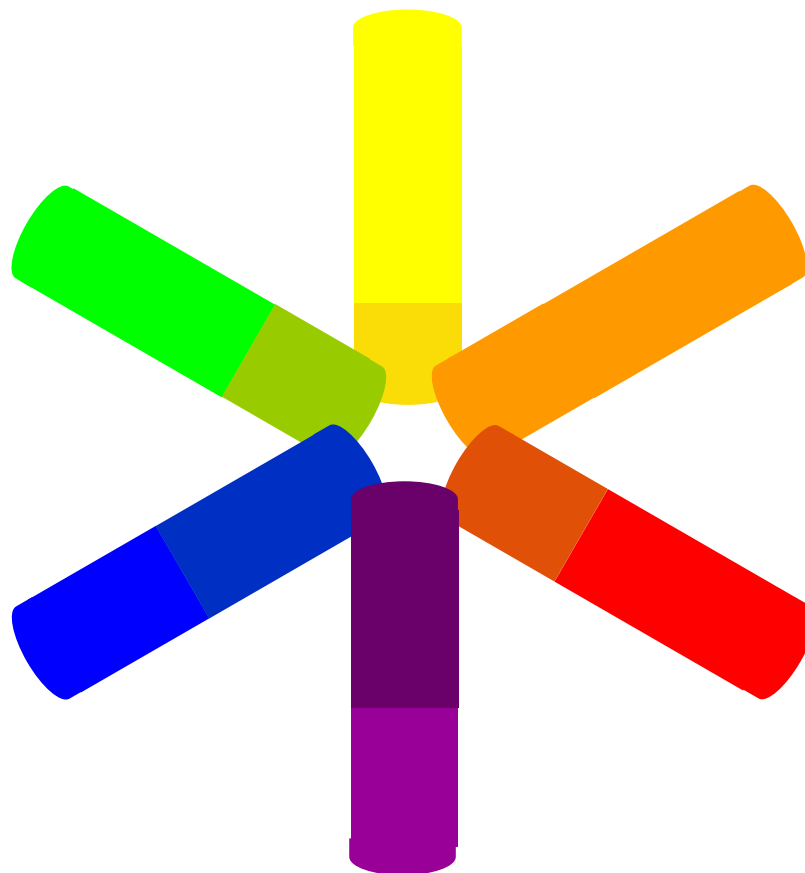


Abbildung 31: Zusammenschau der Lernbereiche „oft“ bzw. „selten“ je Kreativitätskomponente

Da mir derzeit keine Untersuchung zu dem „Komponentenmodell“ bekannt ist, die sich mit den Handlungsräumen aus Schülerinnen- und Schülersicht beschäftigt, wäre es interessant, mehr über das diesbezügliche subjektive Erleben von Lernenden in anderen Gegenständen zu erfahren, zumal SMOLEY (1983) Kreativitätserziehung unterrichtsgegenstandsbezogen sieht und meint, dass sich Kreativität „unter bestimmten Bedingungen und in stoffstrukturell verschiedenartigen Systemen“ (SMOLEY 1983, S. 221) entfalten kann, deren Aktivierung auch von Erfahrungen, Kenntnissen und Persönlichkeitsfaktoren bestimmt wird. Daher scheint es möglich, nach fachspezifischen Ausformungen von Handlungsoptionen zu den Komponenten zu suchen. Eine weitere Untersuchung könnte sich danach richten, in Unterrichtseinheiten mit fächerübergreifenden Inhalten nach den von den Schülerinnen und Schülern erlebten Handlungsoptionen zu fragen.

Das Untersuchen der erlebten Unterrichtsrealität ist Anliegen der vorliegenden Arbeit, die im Besonderen den Blick auf Handlungsoptionen von Schülerinnen und Schülern der dritten und vierten Klassen an Hauptschulen hinsichtlich des „Komponentenmodells der Kreativität“ nach URBAN (1991, 2004a) gerichtet hat, um damit zur Erkundung des Lernerlebens von Schülerinnen und Schülern im Mathematikunterricht beizutragen.

LITERATURVERZEICHNIS

- AMABILE, T. M.: *The social psychology of creativity*.- New York: Springer-Verlag, 1983.
- BAUMERT, J. u. a. (Hrsg.): *Testaufgaben zu TIMSS/III. Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung und voruniversitäre Mathematik und Physik der Abschlussklassen der Sekundarstufe II (Population 3)*.- Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, 1999.
- BEER, R.: *Vom Text zur Frage: Individualisierung als Weg – Praxisbaustein zum kreativen Mathematikunterricht*.- In: *Erziehung und Unterricht*, 154 (2004), S. 299 – 303.
- BERGER, M.: *Untersuchung de Schülerauffassungen vom Mathematikunterricht n Schulen in Wien und im westlichen Niederösterreich*.- Unveröffentl. Diplomarbeit, Wien 1999
- BIKNER-AHSBAHS, A.: *Interesse fördern mit Geburtstagsaufgaben*- In: *Mathematik Lehren*, (2000), H. 110, S. 47 – 51.
- BLUM, W./WIEGAND B.: *Offene Aufgaben – wie und wozu?*- In: *Mathematik lehren*, (2000), H. 100, S. 52 – 55.
- BMUKK (Hrsg.): *Lehrpläne für Pflichtgegenstände. Mathematik*. Online im WWW unter URL: <http://www.bmukk.gv.at/medienpool/81/hs17.pdf> [23.3.2009a].
- BMUKK (Hrsg.): *Neuer Lehrplan der HS*. Online im WWW unter URL: http://www.bmukk.gv.at/schulen/lp/Hauptschulen_HS_Lehrplan1590.xml [23.3.2009b].
- BÖER, H.: *Offene und lebensrelevante Aufgaben – nach und trotz TIMSS*.- In: *Mathematik lehren*, (2000), H. 100, S. 60 – 62.

- BÖHMER, A.: *Variationen einer Textaufgabe.*- In: *Mathematik lehren*, (2000), H. 100, S. 15 – 16.
- BORTZ, J.: *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler.*- Berlin: Springer, 2005⁶.
- BORTZ, J./DÖRING, N.: *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler.*- Berlin: Springer, 2002³.
- BROWN, R.. T.: *Creativity: What are we to measure?*- In: GLOVER J. A./RONNING R. R. & REYNOLDS C. R. (Hrsg.): *Handbook of creativity.*- New York: Plenum 1989, S. 3 – 32.
- BRUDER, R.: *Lernen, geeignete Fragen zu stellen. Heuristik im Mathematikunterricht.*- In: *Mathematik Lehren*, (2002), H. 115, S. 4 – 8.
- BÜCHTER, A./LEUDERS, T.: *Mathematikaufgaben selbst entwickeln. Lernen fördern – Leistung überprüfen.*- Berlin: Cornelsen, 2005.
- BÜHL, A.: *SPSS 14. Einführung in die moderne Datenanalyse.*- München: Pearson Studium, 2008¹⁰.
- DIEHL, J./STAUFENBIEL, T.: *Statistik mit SPSS für Windows. Version 15.*- Eschborn: Klotz, 2007.
- DITTON, H.: *Lehrkräfte und Unterricht aus Schülersicht. Ergebnisse einer Untersuchung im Fach Mathematik.*- In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 48. Jg. (2002), H. 2, S. 262 – 286.
- DOCKHORN, C.: *Schulbuchaufgaben öffnen.*- In: *Mathematik lehren*, (2000), H. 100, S. 58 – 59.
- EGGER, R.: *Freiräume im Unterricht – Unterschätzt und überfordert? Kreativität als Erfahrungsquelle im schulischen Alltag.*- Innsbruck: Studien, 1996.

FELZMANN, R.: *Kreatives Lösen von mathematischen Aufgaben.*- In: *Erziehung und Unterricht*, 154 (2004), S. 321 – 331.

FENZ, R.: *Fachdidaktik Mathematik. 5. – 8. Schulstufe.*- Wien: Jugend und Volk, 1981.

FRISCHL, A.: *Einleitung (Kreativität in der Schule – Neue Geschichten von alten Widersprüchen.* In: BUNDESMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KUNST: *Schule Gestalten · Kreativität.*- Baden: Grasl 1992a, S. 7 – 13.

FRISCHL, A.: *Der Grundsatzterlass zur ganzeitlich-kreativen Erziehung in den Schulen.* In: BUNDESMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KUNST: *Schule Gestalten · Kreativität.*- Baden: Grasl 1992b, S. 13 – 23.

GAGNÉ, R. M.: *Arten des Lernens und der Begriff der Entdeckung.*- In: NEBER H. (Hrsg.): *Entdeckendes Lernen.*- Basel: Weinheim 1973, S. 127 – 142.

GARDNER, H.: *Intelligenzen. Die Vielfalt des menschlichen Geistes.*- Stuttgart: Klett-Cotta, 2002.

GUILFORD, J. P.: *Grundlegende Fragen bei kreativitätsorientiertem Lehren.* In: MÜHLE, G./SCHELL, C.: *Kreativität und Schule.*- München: Piper 1970, S. 139 – 165.

HAYES, J. R.: *Cognitive processes in creativity.*- In: GLOVER J. A./RONNING R. R. & REYNOLDS C. R. (Hrsg.): *Handbook of creativity.*- New York: Plenum 1989, S. 135 – 146.

HERGET, W.: *Rechnen können reicht ... eben nicht!-* In: *Mathematik lehren*, (2000), H. 100, S. 4 – 10.

HOPMANN, S. T.: *Wolfgang Klafki und die Tradition der Inhaltsorientierung in der deutschen Didaktik.*- In: *Bildung und Erziehung*, (1999), Beiheft 7, S. 75 – 93.

- HOPMANN, S. T./KÜNZLI R.: *Entscheidungsfelder der Lehrplanarbeit. Grundzüge einer Theorie der Lehrplanung.*- In: *Lehrpläne: Wie sie entwickelt werden und was von ihnen erwartet wird: Forschungsstand, Zugänge und Ergebnisse aus der Schweiz und der Bundesrepublik Deutschland.*- Chur; Zürich: Rüegger, 1998.
- HOPMANN, S. T./RIQUARTS K.: *Das Schulfach als Handlungsrahmen – Traditionen und Perspektiven der Forschung.*- In: *Bildung und Erziehung*, (1999), Beiheft 7, S. 7 – 29.
- IEA: Grundschul-Monitoring in Österreich. POP 2 Schuelerfragebogen. Online unter WWW unter URL: http://www.iea-austria.at/timss/timss95_material/index.html [20.1.2008].
- JAHNKE, T.: *Mathematikunterricht aus Schülersicht*- In: *Mathematik Lehren*, (2004), H. 127, S. 4 – 9.
- JAHNKE-KLEIN, S.: *Wünschen sich Mädchen einen anderen Unterricht als Jungen?*- In: *Mathematik Lehren*, (2004), H. 127, S. 15 – 20.
- JUNGWIRTH, H.: *Mädchen und Buben im Mathematikunterricht. Eine Studie über geschlechtsspezifische Modifikationen der Interaktionsstrukturen.*- Wien: Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Sport, 1990.
- KITTEL, A./MARXER M.: *Wie viele Menschen passen auf ein Fußballfeld? Mit Fermiaufgaben individuell fördern.*- In: *Mathematik lehren*, (2005), H. 131, S. 14 – 18.
- KRATZ, J.: *Gedanken zur Förderung kreativen Denkens im Geometrieunterricht der Sek. I.*- In: *Praxis der Mathematik*, 42 Jg. (2000), H. 2, S. 49 – 52.
- LANDAU, E.: *Psychologie der Kreativität.*- München: Reinhardt, 1971².
- LANDAU, E.: *Mut zur Begabung.*- München: Reinhardt, 1999².

LEHMANN, E.: *Katrins Autofahrt*. In: *Mathematik lehren*, (2000), H. 100, S. 56 – 57.

LESGOLD, A.: *Problem solving*.- In: STERNBERG R. J./ SMITH E. E. (Eds.):
Psychology of human thought.- Cambridge: Cambridge University Press,
1989, S. 188 – 213.

LSR-NOE (Hrsg.): *Die NÖ Modellschule*.- Online im WWW unter URL:
http://www.lsr-noe.gv.at/file/Die_noe_Modellschule.pdf [25. 3. 2009a]

LSR-NOE (Hrsg.): *Das NÖ Schulmodell – Endbericht. Modellversuche zur
Weiterentwicklung der Sekundarstufe I*.- Online im WWW unter URL:
[http://bsrbl.lsr-
noe.gv.at/pdf/allg_infos/Das_NOE_Schulmodell_Endbericht.pdf](http://bsrbl.lsr-noe.gv.at/pdf/allg_infos/Das_NOE_Schulmodell_Endbericht.pdf)
[25. 3. 2009b]

MEYERHÖFER, W.: *Was testen Tests? Objektiv-hermeneutische Analysen am
Beispiel von TIMSS und PISA*.- Unveröffentl. Dissertation, Potsdam 2003.

NECKA, E.: *On the nature of creative talent*.- In: CROPLEY A./ URBAN K./ WAGNER H.
& WIECZKOWSKI W. (Hrsg.): *Giftedness: A continuing worldwide challenge*.-
New York: Trillium, 1986a, S. 131 – 140.

NECKA, E.: *Überlegungen zur Struktur der Kreativität*. In: CROPLEY A./ URBAN K./
WAGNER H. & WIECZKOWSKI W. (Hrsg.): *Hochbegabung – Gesellschaft –
Schule*.- Bad Honnef: Bock, 1986b.

ROTH, N.: *Vorwärts – rückwärts – oder neu strukturieren? Problemlösetechniken in
Klasse 8*.- In: *Mathematik Lehren*, (2002), H. 115, S. 14 – 17.

SCHMIDT, G.: *Welchen Beitrag kann das Schulbuch leisten? Der Unterricht wird
ganz wesentlich vom Schulbuch mitgeprägt. Wie kann ein Schulbuch
aussehen, das das Öffnen von Aufgaben und das Öffnen des Unterrichts
unterstützt?*- In: *Mathematik lehren*, (2000), H. 100, S. 17 – 22.

- SERVE, H. J.: *Kreativität – (k)ein Thema für die Schule?! Bedeutung, Möglichkeitn und Grenzen schulischer Kreativitätsförderung*. In: HÖHLER, G./HOERBURGER, C./HUBER, Herbert/SERVE H. J.: *Kreativität in Schule und Gesellschaft*. - Donauwörth: Auer, 1994, S. 100 - 143.
- SIMONTON, D. K.: *Biographical determinants of achieved eminence: a multivariat approach tho the Cox data*.- In: *Journal of Personality and Social Psychology* 3, 1976, S. 218 – 226.
- STERNBERG, R. J. (Hrsg.): *The nature of creativity*.- Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- SMOLEY, F.: *Kreativitätserziehung in der Schule. Aspekte, Probleme, Perspektiven*.- Wien: ÖBV, 1983.
- TRUNK, C./WETH, T.: *Kreativer Geometrieunterricht*.- In: *Mathematik in der Schule*, 37 Jg. (1999), S. 216 – 223.
- ULMANN, G.: *Kreativität. Neue amerikanische Ansätze zur Erweiterung des Intelligenzkonzeptes*.- Weinheim: Beltz, 1970².
- URBAN, K.: *Kreativität in der Schule* .- In: *Oldenburger Vor-Drucke*, (1991), H. 139/91, S. 2 – 29.
- URBAN, K.: *Neuere Aspekte in der Kreativitätsforschung* .- In: *Psychologie, Erziehung, Unterricht*, 40. Jg. (1993), S. 161 – 181.
- URBAN, K.: *Balance der Gegensätze: Komplexe Modelle und Messung von Kreativität unter besonderer Berücksichtigung des TSD-Z*.- In: BUNDESMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTURELLE ANGELEGENHEITEN (Hrsg.): *Dokumentation des Symposions Visuelle Begabung. Diagnostik und Förderung*.- Wien: Bundesministerium für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten 1994, S. 107 – 133.

URBAN, K.: *Kreativität und Schule – Kreativität (ver)schulen?* In: FITZNER, T. (Hrsg.): *Erkennen, Anerkennen und Fördern von Hochbegabten: Vom Potential zur Leistung; Fachtagung der Evangelischen Akademie Bad Boll.*- Stuttgart: Klett 1999, S. 108 – 131.

URBAN, K.: *Kreativität: Vom Störfaktor zum Unterrichtsziel.* In: WAGNER, H.: *Begabung und Leistung in der Schule.*- Bad Honnef: Bock 2000, S. 117 – 138.

URBAN, K.: *Kreativität. Herausforderung für Schule, Wissenschaft und Gesellschaft* .- Münster: Lit, 2004a.

URBAN, K.: *Kreativität fordern, fördern, erkennen und testen* .- In: *Lernende Schule*, 7 Jg. (2004b), H. 26, S. 32 – 34.

WETH, T.: *Mathematische Erfindungen im Umfeld des Satzes von Pythagoras.*- In: *Praxis der Mathematik*, 42 Jg. (2000), H. 2, S. 70 – 75.

ZECH, F.: *Grundkurs Mathematikdidaktik. Theoretische und praktische Anleitungen für das Lehren und Lernen von Mathematik* .- Weinheim: Beltz, 2002¹⁰.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: „URBANS Komponentenmodell der Kreativität“ (URBAN 2004a, S. 48)	17
Abbildung 2: Paketieren von Figuren (KRATZ 2000, S. 52)	43
Abbildung 3: Zahlenornament (BIKNER-AHSBAHS 2000, S. 51).....	51
Abbildung 4: Diagramm zu einer geöffneten Aufgabe	52
Abbildung 5: Grafik zum Forschungsvorhaben.....	62
Abbildung 6: Items zum Themenbereich der Unterrichtstätigkeiten (IEA 2008, S. 11).....	70
Abbildung 7: Items zum Themenbereich der Handlungsoptionen	72
Abbildung 8: Items zum Themenbereich der Bearbeitung offener Aufgabenstellungen	74
Abbildung 9: Diagramm (Deskriptive Auswertung der Unterrichtstätigkeiten)	79
Abbildung 10: Deskriptive Auswertung der Handlungsoptionen	83
Abbildung 11: Diagramm (Deskriptive Auswertung der Bearbeitung von geöffneten Aufgaben)	88
Abbildung 12: Boxplot (Verteilung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“).....	101
Abbildung 13: Boxplot (Verteilung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Komponente „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“)	102
Abbildung 14: Boxplot (Verteilung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Komponente „Spezifische Wissensbasis & Spezifische Fertigkeiten“).....	103
Abbildung 15: Boxplot (Verteilung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Komponente „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“).....	104
Abbildung 16: Boxplot (Verteilung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Komponente „Motive & Motivation“)	105
Abbildung 17: Boxplot (Verteilung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Komponente „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“)	106
Abbildung 18: Boxplot (Verteilung der Leistungsgruppen hinsichtlich der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“)	112
Abbildung 19: Boxplot (Verteilung der Leistungsgruppen hinsichtlich der Komponente „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“)	113

Abbildung 20: Boxplot (Verteilung der Leistungsgruppen hinsichtlich der Komponente „Spezifische Wissensbasis & Spezifische Fertigkeiten“)	114
Abbildung 21: Boxplot (Verteilung der Leistungsgruppen hinsichtlich der Komponente „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“)	115
Abbildung 22: Boxplot (Verteilung der Leistungsgruppen hinsichtlich der Komponente „Motive & Motivation“)	116
Abbildung 23: Boxplot (Verteilung der Leistungsgruppen hinsichtlich der Komponente „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“)	117
Abbildung 24: Boxplot (Verteilung der Zeugnisnoten hinsichtlich der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“)	119
Abbildung 25: Histogramm (Summenwerte der Einschätzung der Bearbeitung geöffneter Aufgaben).....	122
Abbildung 26: Diagramm (Vergleich der Unterrichtstätigkeiten)	128
Abbildung 27: Diagramm (Lernerfahrungsbereich „oft“)	134
Abbildung 28: Diagramm (Lernerfahrungsbereich „selten“).....	136
Abbildung 29: Diagramm (Lernerfahrungsbereich „oft“)	147
Abbildung 30: Diagramm (Lernerfahrungsbereich „selten“).....	147
Abbildung 31: Zusammenschau der Lernbereiche „oft“ bzw. „selten“ je Kreativitätskomponente	148

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Häufigkeiten der Geschlechterverteilung	76
Tabelle 2: Häufigkeiten der Klassenverteilung	77
Tabelle 3: Häufigkeiten der Leistungsgruppenverteilung	77
Tabelle 4: Häufigkeiten der Lehrpersonen	78
Tabelle 5: Häufigkeiten der Zeugnisnoten	78
Tabelle 6: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten-Frage 1	91
Tabelle 7: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten-Frage 2	92
Tabelle 8: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten-Frage 3	93
Tabelle 9: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten-Frage 4	94
Tabelle 10: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten-Frage 5	95
Tabelle 11: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten-Frage 6	96
Tabelle 12: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten-Frage 7	97
Tabelle 13: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten-Frage 8	98
Tabelle 14: Vergleich der Unterrichtstätigkeiten–Frage 9.....	99
Tabelle 15: Kovarianzanalyse zu der Komponente „Divergentes Denken & Handeln“	107
Tabelle 16: : Kovarianzanalyse zu der Komponente „Allgemeine Wissens- & Denkfähigkeits-Basis“	108
Tabelle 17: Kovarianzanalyse zu der Komponente „Spezifische Wissensbasis & Spezifische Fertigkeiten“	109
Tabelle 18: Kovarianzanalyse zu der Komponente „Fokussierung & Anstrengungsbereitschaft“	110
Tabelle 19: Kovarianzanalyse zu der Komponente „Motive & Motivation“	110
Tabelle 20: Kovarianzanalyse zu der Komponente „Offenheit & Ambiguitätstoleranz“	111

LEBENS LAUF

Michaela Kilian (geb. 2.6.1969)

- | | |
|-----------|--|
| 1979 | Abschluss der Volksschule in Wolkersdorf |
| 1983 | Abschluss der Hauptschule in Wolkersdorf |
| 1988 | Matura an der Höheren Lehranstalt für Kunstgewerbe
Abschluss von kaufmännischen und kunsthandwerklichen Lehren |
| 1991 | Lehramtsprüfung an der Pädagogischen Akademie der Ed. Wien
Lehramt an Hauptschulen für die Fachgegenstände
Mathematik, Bildnerische Erziehung, röm. kath. Religion |
| seit 1991 | berufstätig als Hauptschullehrerin |
| 1997 | Lehramt für den Fachgegenstand Informatik |
| 2001 | Abschluss des Lehrgangs EAA, Cambridge Certificate |
| 2003 | Abschluss Dipl. Lerntrainerin |
| seit 2003 | Studium Pädagogik an der Universität Wien |
| 2005 | Abschluss des Lehrgangs Soziales Lernen |
| 2007 | wissenschaftl. Praktikum am Ludwig Boltzmann-Institut für
Schulentwicklung und international-vergleichende Schulforschung |