

Maria Tulis

Individualisierung im Fach Mathematik: Effekte auf Leistung und Emotionen

erschienen im

LOGOS Verlag Berlin

Wissensprozesse und digitale Medien

Band 17

Tulis, M. (2010). [Individualisierung im Fach Mathematik: Effekte auf Leistung und Emotionen](#). In: F.W. Hesse (Hrsg.). Wissensprozesse und digitale Medien, Bd. 17. Berlin: Logos.

*“The greatest mistake you can make in life
is to be constantly fearing you will make one.”*

(Elbert Hubbard (1927) zitiert nach Pearn, Mulrooney & Payne, 1998, S. 3)

HERZLICHEN DANK

widme ich einer Reihe von Personen, die mich bei der Entstehung dieser Arbeit auf unterschiedliche Weise unterstützt haben.

An erster Stelle möchte ich mich bei Frau Prof. Dr. Wiebke Putz-Osterloh für die kompetente Betreuung und vertrauensvolle Zusammenarbeit bedanken. Während meiner gesamten Tätigkeit am Lehrstuhl für Psychologie der Universität Bayreuth schätzte ich die konstruktiven Rückmeldungen und Ratschläge einer erfahrenen Professorin, die mir ein großes Maß an Freiraum und Selbstständigkeit gewährte. Bei dem zweiten Gutachter dieser Arbeit, Herrn Prof. Dr. Markus Dresel, möchte ich mich an dieser Stelle ebenfalls bedanken.

Meinem Kollegen, Dr. Wolfgang Schoppek, danke ich für zahlreiche inhaltliche Diskussionen, aber vor allem auch für die gute zwischenmenschliche Beziehung und den von überwiegend positiven Emotionen begleiteten Universitätsalltag.

Weiteren KollegInnen anderer Fachbereiche der Universität Bayreuth und jenen an der Universität Wien danke ich für interessante und motivierende Gespräche, sowie für die Weitergabe gesammelter Erfahrungen.

Sowohl bei den zuverlässigen und motivierten studentischen Hilfskräften, als auch bei den engagierten StudentInnen, die im Zuge ihrer Zulassungsarbeiten die Durchführung von Tests und Fragebögen, die Aufbereitung der Daten und die Betreuung von SchülerInnen übernahmen, möchte ich mich ebenfalls besonders bedanken.

Abschließend danke ich meiner Familie und meinen Freunden, die mich bei der Umsetzung dieser Arbeit direkt und indirekt vorangetrieben haben. In diesem Zusammenhang gilt mein besonderer Dank meinem Lebenspartner, Andreas Oswald, der mir bei Hochs und Tiefs immer zur Seite stand.

Bayreuth, Juni 2010

Maria Tulis

Abstract

Freude und Interesse an Mathematik wirken sich auf die Kontinuität des Lernengagements und damit auch auf den Grad des erreichten Verständnisses aus. Allerdings wird nur allzu oft deutlich, dass Mathematik vielen SchülerInnen keinen Spaß macht. Daher sind besonders in diesem Unterrichtsfach Möglichkeiten zur Förderung positiver Emotionen von Bedeutung. Es mangelt an empirischem Wissen und Kenntnissen, wie lernförderliche Emotionen von SchülerInnen verstärkt werden können. Bisherige Befunde betonen die Förderung positiver Emotionen durch *Individualisierung*, wobei computerbasierte Lernprogramme eine für den Schulkontext zunehmend praktikable Möglichkeit darstellen. Welche Rolle Emotionen in diesen neuen Lernumgebungen, insbesondere nach Fehlern und Misserfolg spielen, ist kaum geklärt. Es ist wahrscheinlich, dass sich emotionale Erfahrungen in Erfolgs- und Misserfolgssituationen längerfristig als habitualisierte Emotionen im Unterrichtsfach Mathematik manifestieren. Daher werden in vorliegender Arbeit einerseits situationspezifische emotionale Prozesse, andererseits die Einstellung zu Fehlern (die hier als wesentlicher Bestandteil von Lernzielorientierung aufgefasst wird) im Zusammenhang mit Mathematikemotionen analysiert. Vergleiche unterschiedlicher Erhebungsmethoden zur Erfassung von State- und Trait-Emotionen in Mathematik eröffnen neue Befunde zum emotionalen Erleben von SchülerInnen. Darüber hinaus wird die Leistungssteigerung durch computerbasierte, individuelle Förderung in Mathematik überprüft.

Diese Arbeit wurde am 16. Juni 2010

von der Kulturwissenschaftlichen Fakultät

der Universität Bayreuth als Dissertation angenommen.

Gutachter: Prof. Dr. Wiebke Putz-Osterloh, Prof. Dr. Markus Dresel

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Thema dieser Arbeit	1
2 Computereinsatz im Mathematikunterricht	8
2.1 Lern- und Übungssoftware für die 5. Jahrgangsstufe.....	12
2.1.1 Evaluationsansätze zu Lern- und Übungssoftware in der Schule	13
2.1.2 Mathematische Kompetenz und die Bedeutung von Textaufgaben	14
2.1.3 Feedback, Individualisierung und Adaptivität	17
2.1.4 Bestandsaufnahme/Bewertung aus psychologisch-pädagogischer Sicht.....	21
2.2 Merlins Rechenmühle	24
2.3 Zusammenfassung	29
3 Emotionen im schulischen Kontext	30
3.1 Struktur, Bedingungen, Konsequenzen akademischer Emotionen	30
3.1.1 Strukturelle Besonderheiten	30
3.1.2 Ein Modell zur Entstehung schulischer Emotionen	35
3.1.3 Methoden zur Messung von SchülerInnen-Emotionen	38
3.2 Emotionales Erleben im Fach Mathematik	41
3.2.1 Emotionen von SchülerInnen im Laufe der Schulzeit.....	42
3.2.2 Geschlechts- und schulformspezifische Unterschiede.....	43
3.2.3 Emotionen und ihr Einfluss auf die Leistung	44
3.2.4 Der Zusammenhang von Emotion und Motivation.....	49
3.2.5 Emotionen und Selbstkonzept bzw. Selbstwirksamkeit.....	55
3.4 Zusammenfassung	58
4 Der Umgang mit Fehlern in Mathematik	59
4.1 Fehlersituationen: Die Gestaltung von Übungssituationen	60
4.2 Der Begriff der „Fehlerkultur“	64
4.3 Beim Üben aus Fehlern lernen	66
4.3.1 Konstruktiver Umgang mit Fehlern und Lernzielorientierung	68
4.3.2 Gelegenheiten zum Lernen aus Fehlern	72
4.4 Das Klassenklima als bedeutsame Einflussgröße.....	76
4.5 Zusammenfassung	79
5 Planung der Untersuchung und Vorstudien	80
5.1 Online-Befragung zur Gestaltung von Übungsstunden	82

5.1.1 Ziele und Fragestellungen	82
5.1.2 Methode und Stichprobe	83
5.1.3 Ergebnisse	84
5.1.4 Zusammenfassung	87
5.2 Pilotstudie	88
5.2.1 Ziele und Fragestellungen	88
5.2.2 Methode und Stichprobe	88
5.2.3 Ergebnisse	90
5.2.4 Zusammenfassung	92
6 Hauptuntersuchung - eine Interventionsstudie	93
6.1 Untersuchungsdesign und Instrumente.....	93
6.2 Stichprobe	96
6.3 Erhebungsinstrumente	97
6.3.1 AEQ-M (Academic Emotions Questionnaire - Mathematik)	99
6.3.2 „Emoticons“ zur Erfassung von State-Emotionen	100
6.3.3 Schülerfragebogen zur Fehlerkultur im Unterricht (SchüFekU)	102
6.3.4 Bezugsnormorientierung des Lehrers aus Sicht der Schüler	103
6.3.5 Mathematikspezifische(s) Selbstkonzept und Selbstwirksamkeit	103
6.3.6 Computererfahrung	104
6.3.7 Fach- und Leistungsvalenz in Mathematik	105
6.3.8 Klassenklima - Rivalität	105
6.3.9 Fragen zur „Übungstradition“ im Mathematikunterricht	106
6.3.10 Demographische Daten und Leistungsvariablen	106
6.4 Untersuchungsdurchführung und deskriptive Angaben	109
6.4.1 Allgemeine deskriptive Ergebnisse	109
6.4.2 Item- und Skalenanalysen der Mathematik-Leistungstests	111
6.4.3 Item- und Skalenanalysen des Emotionsfragebogens	113
6.4.4 Item- und Skalenanalysen des Fehlerkulturfragebogens	115
6.4.5 Item- und Skalenanalysen der restlichen Skalen	119
6.5 Fragestellungen und Hypothesen	120
6.6 Ergebnisse zum Teilbereich A: Computerbasiertes Üben und Leistung	124
6.6.1 Leistungssteigerung durch MRM 2.0	124
6.6.2 Analysen der Bearbeitungsprotokolle	128
6.6.3 Zusammenfassende Diskussion (Teilbereich A)	130

6.7 Ergebnisse zum Teilbereich B: Emotionales Erleben	131
6.7.1 Varianzanteile zwischen Klassen	132
6.7.2 Schulform- und schülerInnenbezogene Unterschiede	134
6.7.3 Mathematikspezifische Emotionen: Versuchs- und Kontrollklassen	136
6.7.4 Emotionales Erleben der SchülerInnen beim Üben mit MRM 2.0	138
6.7.5 Prozessbezogene Emotionen der SchülerInnen im Unterricht	142
6.7.6 Zusammenfassende Diskussion (Teilbereich B)	146
6.8 Ergebnisse zum Teilbereich C: Fehlerorientierung.....	148
6.8.1 Fehlerkultur: Versuchs- und Kontrollklassen im Vergleich.....	150
6.8.2 Der subjektiv eingeschätzte Umgang mit Fehlern und Emotionen.....	150
6.8.3 Zusammenfassende Diskussion (Teilbereich C).....	158
6.9 Zusammenfassung	160
7 Diskussion und Ausblick	163
8 Literaturverzeichnis	171
9 Abbildungsverzeichnis.....	218
10 Tabellenverzeichnis	219
11 Anhang	220

1 Einleitung und Thema dieser Arbeit

„Lust statt Frust im Klassenzimmer“, so lautet der Titel eines Artikels im Kurier vom 19.06.2007 (Chronik, S. 13). „Freude fördert das Lernen, Angst schließt Kreativität aus“ heißt es im Untertitel eines anderen Beitrags zur Hirnforschung im Online-Standard vom 19.04.2007, in dem der polarisierende Neurowissenschaftler Manfred Spitzer betont, wie wichtig emotionale Prozesse für das Lernen sind (derStandard.at/Schule). Zunehmend rücken emotionale Faktoren als Voraussetzung für erfolgreiche Lernprozesse wieder in das Blickfeld wissenschaftlicher pädagogisch-psychologischer Forschung. Ein wesentliches, nicht kognitives Unterrichtsziel ist beispielsweise die Entwicklung von Lernfreude (Kunter, 2005). Bereits Bloom erkannte im Zuge seiner Arbeiten zu *mastery learning* (der Idee, dass alle SchülerInnen die gesetzten Lernziele und Kompetenzen erreichen können) die Bedeutung positiver Lernemotionen für das in unserer Gesellschaft vielfach betonte *lebenslange Lernen* (Bloom, 1985, S.75):

“If school learning is regarded as frustrating [...], then little can be done at later levels to kindle a genuine interest in further learning. School learning must be successful and rewarding as one basis for insuring that learning can continue throughout one’s life as needed.”

Die Bedeutung von Fehlern für Emotionen in Mathematik

Nicht nur kognitive, sondern auch motivationale und emotionale Variablen spielen eine bedeutende Rolle für schulisches Lernen. Speziell im Fach Mathematik lässt sich über die Schulzeit hinweg ein Absinken der Motivation feststellen (z.B. Jacobs, Lanza, Osgood, Eccles & Wigfield, 2002; Fischer & Rustemeyer, 2007). Während der überwiegende Teil deutscher GrundschülerInnen noch eine ausgesprochen positive Einstellung gegenüber der Mathematik aufweist (vgl. Bos, Bonsen, Baumert, Prenzel, Selter & Walther; 2008), sind Assoziationen zum Unterrichtsfach Mathematik beginnend mit der Sekundarstufe (und nicht selten anhaltend bis ins Erwachsenenalter) in der Regel mit negativen Emotionen oder unangenehmen (Misserfolgs-) Erfahrungen verbunden (vgl. Hoyles, 1982; Middleton & Spanias, 1999; Reusser, 2000; Stodolsky, Salk & Glaessner, 1991). Alltagsbeobachtungen und Berichte über positive und vor allem negative Erlebnisse im Zusammenhang mit Mathematikunterricht stützen die Annahme, dass Emotionen eine wichtige Rolle in Mathematik spielen (vgl. Ingleton & O’Regan, 2002; Schlöglmann, 2002). Empirische

Befunde zeigen, analog zum Motivationsverlust der SchülerInnen über die Schulzeit hinweg, ein Absinken positiver Emotionen (z.B. Freude, Stolz) und eine Zunahme negativer Emotionen (z.B. Angst, Ärger) im Fach Mathematik (z.B. Götz, Pekrun, Zirngibl, Jullien, Kleine, Vom Hofe & Blum, 2004). Für den Aufbau eines hohen Fähigkeits Selbstkonzeptes sowie positiver Emotionen bzw. Strategien zur Regulation negativer Emotionen im Fach Mathematik ist unter anderem die Art der Fehlerrückmeldung bzw. der Umgang mit Fehlern von Bedeutung. Fehlersituationen stellen kritische Ereignisse für das emotionale Erleben von SchülerInnen dar. Fehlervermeidung, hoher Leistungs- und Wettbewerbsdruck durch eine soziale Bezugsnorm (vgl. Rheinberg, 1980) und ein Unterricht, in dem Fehler als Makel angesehen werden, begünstigen die Entwicklung negativer Emotionen. SchülerInnen müssen ständig damit rechnen, von der Lehrperson bewertet, befragt oder geprüft zu werden - die „öffentliche Demonstration eigener Fähigkeiten“ und damit verbundene Erfolgs- oder Misserfolgserlebnisse im sozialen Kontext stellen alltägliche Situationen im schulischen Unterricht dar. Auch wenn unter gewissen Umständen vermehrte Anstrengung nach Misserfolg zu einer Leistungssteigerung führen kann (für einen Überblick siehe Heckhausen, 1989), geht vermehrtes Erleben von Angst im sozialen Kontext mit (künftigem) Vermeidungsverhalten, ungünstigen Kausalitäts- oder Selbstwirksamkeitsüberzeugungen (vgl. Kapitel 3.2) und schlechten Schulleistungen (Zeidner, 2007) einher. Ein positives Lernklima kann dazu beitragen, dass negative Konsequenzen „öffentlichen Fehlermachens“ verringert werden. Ein anderer Zugang wäre das Ermöglichen „privaten Fehlermachens“ am Computer. Sinnvoll eingesetzte Übungsprogramme können Lerngegebenheiten schaffen, die weniger von negativen Emotionen begleitet sind und zu einer konstruktiven und selbstreflektierenden Haltung der SchülerInnen im Umgang mit Fehlern führen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Emotionen im Fach Mathematik eine wichtige Funktion für Motivation, Lernverhalten und Leistung von SchülerInnen zukommt (Pekrun, Götz, Vom Hofe, Blum, Jullien, Zirngibl, Kleine, Wartha & Jordan, 2004), wobei Einflüsse der Lernumgebung eine vermittelnde Rolle spielen dürften (vgl. Titz, 2001). Emotionen in Lernsituationen und ihre Wirkung auf Motivation und Leistung blieben dennoch lange Zeit (abgesehen von der Prüfungsangstforschung) in der pädagogisch-psychologischen Forschung unberücksichtigt. Auch wenn in den letzten Jahren zunehmend akademische Emotionen jenseits der Angst Beachtung gefunden haben, fehlen Erkenntnisse im Zusammenhang mit neuen Medien bzw. computergestützten Lernumgebungen (vgl. Pekrun, 2002; 2005; Järvenoja & Järvelä, 2005).

Jahrgangsstufe 5

Dem Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule kommt eine bedeutsame Rolle zu (vgl. Finsterwald, 2006): Die Umstellung auf eine neue Bezugsgruppe und veränderte Anforderungen beeinflussen das Fähigkeitsselbstkonzept, also die selbstbezogenen Kognitionen der SchülerInnen bezüglich ihrer Fähigkeiten in akademischen Leistungsdomänen (Streblow, 2004) sowie Lernfreude und leistungsmotiviertes Handeln der SchülerInnen. Nicht nur mathematische Selbstwirksamkeitsüberzeugungen (vgl. Kapitel 3.2.5) verringern sich nach dem Übertritt (z.B. Schunk & Pajares, 2002) - von schulform- und geschlechtsspezifischen Effekten einmal abgesehen - sondern auch das Interesse am Fach (z.B. Gottfried, Fleming & Gottfried, 2001) und der subjektive Wert der Mathematik (Anderman & Midgley, 1997) sinken. Es ist anzunehmen, dass der neue soziale Kontext auch das emotionale Erleben beeinflusst. Insbesondere Erfahrungen in der 5. Jahrgangsstufe sind jedoch ausschlaggebend für die Entwicklung eines fachspezifischen Interesses und der Habitualisierung anderer lern- und leistungsrelevanter Emotionen (vgl. Kapitel 3.1).

In der 5. Klasse wird der Grundstein für weiterführende mathematische Kompetenzen der SchülerInnen gelegt bzw. gefestigt. Trotz drei- bzw. zweigliedrigen Schulsystems in Deutschland und Österreich treffen die SchülerInnen nach dem Übertritt mit sehr unterschiedlichen mathematischen Vorkenntnissen aufeinander (Tillmann & Wischer, 2006). Nach Doll und Prenzel (2002) weisen etwa 25% der SchülerInnen fundamentale Wissensdefizite in der mathematischen Grundbildung auf. Auch die Ergebnisse der TIMS-Studie mit SchülerInnen der 4. Jahrgangsstufe machen dies deutlich: Nur 2% aller österreichischen SchülerInnen gehört der leistungsstärksten Kompetenzstufe an - jede(r) Fünfte (20% der österreichischen SchülerInnen; die Naturwissenschaften hinzugenommen sogar 36%) ist zur untersten Leistungsgruppe zu zählen. Aus diesem Grund erscheint es angebracht speziell nach dem Übertritt geeignete Fördermaßnahmen umzusetzen.

Individuelle Förderung mathematischer Kompetenzen

Im Abschlussbericht der 2003 vom österreichischen Bildungsministerium eingesetzten Zukunftskommission (Haider, Eder, Specht, Spiel & Wimmer, 2005) zur Ausarbeitung eines Konzeptes zur Reformierung des Schulsystems wird mehrfach und mit hoher Priorität die systematische Verbesserung des Unterrichts durch verstärkte Individualisierung und innere Differenzierung gefordert. Auch die nachfolgend eingerichtete Expertenkommission „Zukunft der Schule“ (2. Zwischenbericht, 31.03.2008) empfiehlt eine Individualisierung

des Unterrichts und „ein Klima zu schaffen, in dem Fehler Lernmöglichkeiten sind, [...] und Leistungsdruck und das Gefühl ‚Jetzt werde ich beurteilt‘ [...] vermieden werden.“ Ebenso wird im Rahmenprogramm zur Förderung der empirischen Bildungsforschung des deutschen Bundesministeriums für Bildung und Forschung (2008) die Frage nach Bedingungen und Fördermöglichkeiten der *individuellen* Kompetenzentwicklung im Unterricht als wichtiger Forschungsschwerpunkt angeführt und dabei das Lernen mit neuen Medien betont. Individualisierung wird vielfach als wesentliches Merkmal von Unterrichtsqualität angesehen (vgl. Helmke, 2006; Meyer, 2004).

Obwohl individuelle Förderung im Konzept vieler deutscher und österreichischer Schulen verankert zu sein scheint, wird im Mathematikunterricht Binnendifferenzierung nur selten umgesetzt (Gruehn, 2000). Es fehlen wissenschaftliche Befunde zur Umsetzung (vgl. Budde, 2009). In einer Interviewstudie und Online-Befragung von Solzbacher (2008b) beispielsweise hielten (fast) alle Lehrkräfte individuelle Förderung für ein wichtiges, anzustrebendes Ziel. Vor allem Hauptschullehrkräfte sahen es allerdings als unmöglich an, *alle SchülerInnen individuell zu fördern*. Erschwerende Bedingungen stellten aus Sicht der LehrerInnen u.a. fehlende räumliche, personelle und materielle Ressourcen dar, sowie die mangelnde Motivation der SchülerInnen und fehlende Fortbildungen zu geeigneten Methoden und deren Anwendung. Im schweizerischen Mathematikunterricht hingegen scheint Individualisierung in Form offener Lernformen vergleichsweise häufiger umgesetzt zu werden (z.B. Pauli & Reusser, 2003; Pauli, Reusser, Waldis & Grob, 2003). Die Schwächen des deutschen Bildungssystems bei der Förderung leistungschwacher SchülerInnen werden auch in den Befunden der PISA-Studien deutlich (Baumert, Klieme, Neubrandt, Prenzel, Schiefele, Schneider, Stanat, Tillmann & Weiß, 2001): Nur 44% der SchülerInnen der PISA-Studie im Jahr 2000 erreichen ein „ausreichendes Niveau“ der mathematischen Grundbildung, 24% (und immer noch 21% im Jahre 2003) der deutschen bzw. 16% (im Jahr 2003 sogar 19%) der österreichischen SchülerInnen sind zur Risikogruppe zu zählen.

Fazit

Everson et al. (1993) betonen die Wichtigkeit domänenspezifischer Interventionsmaßnahmen, um den SchülerInnen die Angst vor bestimmten Fächern zu nehmen. Zudem fehlt es an empirischen Kenntnissen, wie lernförderliche Emotionen von SchülerInnen verstärkt werden können (Pekrun, 1998). Freude (und Interesse) an Mathematik beispielsweise wirken sich auf die Kontinuität des Lernengagements - eine wichtige

Voraussetzung lebenslangen Lernens (Spiel, 2006) - sowie auf den Grad des erreichten Verständnisses aus. Allerdings stimmten im Zuge der PISA-Studien (2000, 2003) im Durchschnitt der OECD-Länder nur 38% der Schüler eher oder ganz der Aussage zu, dass Mathematik Spaß macht. Weniger als ein Drittel gaben an, sich auf die Mathematikstunden zu freuen.

Folgerungen für derartige Interventionsmaßnahmen aus den wenigen bisherigen Untersuchungen zum emotionalen Erleben von SchülerInnen und deren Zusammenhang mit Motivation, akademischem Selbstkonzept und Leistung betonen die Förderung positiver Emotionen durch Individualisierung. Letztere ist allerdings im Unterricht oft schwer zu realisieren. Computerbasierte Lernprogramme stellen in dieser Hinsicht eine sinnvolle (und zunehmend praktikable) Möglichkeit dar. Welche Rolle Emotionen in diesen neuen Lernumgebungen (und im Zusammenhang mit Fehlern und Misserfolg) spielen, ist bisher ungeklärt. Dieser und der Frage nach der Wirksamkeit computerbasierter, individueller Förderung in Mathematik soll in vorliegender Arbeit nachgegangen werden (vgl. Abb. 1).

Thematische Schwerpunkte vorliegender Arbeit:

1. Individualisierung im Mathematikunterricht durch computergestützte Übung, Effekte auf Leistung und Emotionen in Mathematik in der „kritischen“ fünften Jahrgangsstufe
2. Analyse des Umgangs mit Erfolg und Misserfolg in computerbasierten Lernsituationen und das emotionale Erleben von SchülerInnen in unterschiedlichen Lernkontexten im Mathematikunterricht
3. Zusammenhänge zwischen Lernemotionen und individuellen SchülerInnenmerkmalen sowie Merkmalen der Instruktion

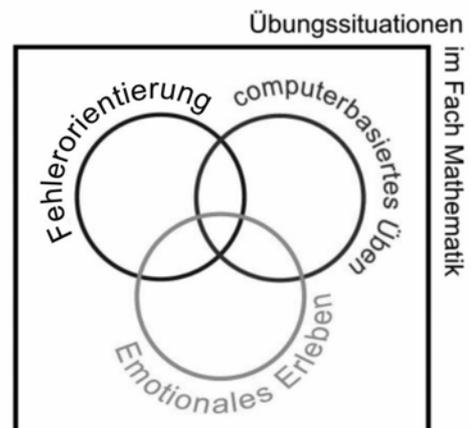


Abbildung 1: Kernbereiche

Im folgenden zweiten Kapitel wird dazu zunächst ein Überblick über die tatsächliche Computernutzung und Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht gegeben, bevor spezifische Vorteile und Charakteristika mathematischer Lern- und Übungssoftware näher betrachtet werden. In diesem Zusammenhang werden Forschungsergebnisse zu computerbasiertem Training (CBT) bzw. computergestützter Unterweisung (CAI) zusammengefasst und einige konkrete Evaluationsstudien zu mathematischen Programmen vorgestellt. In einem weiteren Abschnitt wird auf die Bedeutung von Textaufgaben als wesentlicher und wünschenswerter Bestandteil mathematischer Lern- und Übungsprogramme eingegangen. Basierend auf theoretischen und empirischen Erkenntnissen zu den für computerbasiertes Lernen zentralen Aspekten *Feedback*, *Individualisierung* und *Adaptivität* werden aktuell erhältliche Programme für die 5. Jahrgangsstufe bewertet und Defizite aufgezeigt. Anschließend wird das am Lehrstuhl für Psychologie der Universität Bayreuth entwickelte Übungsprogramm MERLINS RECHENMÜHLE vorgestellt.

Gegenstand des dritten Kapitels sind Lern- und Leistungsemotionen im schulischen Kontext und insbesondere im Fach Mathematik, und deren Relation zu Leistung, Motivation und Fähigkeitsselbstkonzept von SchülerInnen. Theoretische Grundlagen sowie eine Zusammenfassung des aktuellen Forschungsstands bilden den Schwerpunkt dieses Kapitels, wobei auch Möglichkeiten und Grenzen bei der Erfassung von SchülerInnen-Emotionen aufgezeigt werden.

Das vierte Kapitel widmet sich der Übungstradition und dem damit verbundenen Umgang mit Fehlern im Mathematikunterricht. Sowohl Merkmale des Unterrichts und des Klassenkontextes, als auch individuelle Einflussfaktoren auf den Umgang mit Fehlern und Reaktionen auf Misserfolg werden dargestellt.

Im fünften Kapitel wird ein Überblick über die Planung des Projektes und dessen Vorstudien gegeben: Im Rahmen einer explorativen Online-Befragung wurden Einblicke in die jahrgangsspezifische Unterrichts- und Übungspraxis in Mathematik gewonnen und Anregungen zur inhaltlichen Erweiterung von MERLINS RECHENMÜHLE gesammelt. Anschließend wird der erstmalige Einsatz von MERLINS RECHENMÜHLE in der 5. Jahrgangsstufe im Zuge einer Pilotstudie geschildert und deren Ergebnisse berichtet.

Die Hauptuntersuchung dieser Arbeit wird im sechsten Kapitel ausführlich behandelt: Fragestellungen und Hypothesen, Methode und Erhebungsverfahren werden dargestellt. Stichprobe und Durchführung der Intervention sowie der Datenerhebung werden

beschrieben. Die Ergebnisse werden nach den drei Teilbereichen gegliedert präsentiert und die Hypothesen beantwortet.

Im siebenten und letzten Kapitel erfolgen eine Diskussion der wesentlichsten Ergebnisse und weiterführende Überlegungen. Möglichkeiten zur Verbesserung von MERLINS RECHENMÜHLE und Anregungen für weitere Forschungsprojekte werden aufgezeigt.

* * *

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der relativ jungen Erforschung aktuell erlebter (negativer *und positiver*) Lern- und Leistungsempfindungen in spezifischen Situationen und konkreten Tätigkeiten im Unterrichtsfach Mathematik. Damit nähert sie sich einer stärker *prozessorientierten* empirischen Forschung. McLeod (1992, S. 582) stellte treffend fest:

„Most research in the past has looked at products, not at processes.“

Die detaillierte Betrachtung der von SchülerInnen erlebten Emotionen in computerbasierten Lernumgebungen, zu denen es bisher keine Untersuchungen und Befunde gibt, liefert Erkenntnisse für weitere Interventionsansätze und Einsatzbereiche des Computers im Unterricht. Es wird deutlich, dass einfache Übungsprogramme neben Leistungsverbesserungen auch in emotionaler Hinsicht wertvolle Beiträge im Unterricht leisten können.

Die (subjektive) Bedeutung von Fehlern im Unterrichtsfach Mathematik wird dabei als wesentliche Größe für das situationsspezifische emotionale Erleben von SchülerInnen herausgestellt.

2 Computereinsatz im Mathematikunterricht

Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer stellen eine Schlüsselqualifikation dar (Schulz-Zander, 2000) und werden im Berufsleben gefordert (z.B. Russon, Josefowitz & Edmonds, 1994). Wie aus den bisherigen PISA-Untersuchungen (2000, 2003, 2006) ersichtlich, wird der Umgang mit dem PC im schulischen Kontext nicht in dem Maße gefördert, wie es wünschenswert wäre. Besonders in Bayern weisen die SchülerInnen signifikant weniger Erfahrungen mit Lern- und Arbeitssoftware auf, obwohl sie überdurchschnittlich häufig Zugang zu einem Computer in der Schule haben. Bereits 2005 waren 99% der bundesdeutschen Schulen mit stationären und mobilen Computern ausgestattet, wobei in Sekundarschulen I und II die Relation SchülerInnen : Computer = 12:1 betrug. Auch wenn nach Angaben des Bundesministeriums für Bildung und Forschung der Computer in allen Schulformen der Sekundarstufe häufig oder gelegentlich in Mathematik eingesetzt wird (Krützer & Probst, 2005), sind laut PISA-Ergebnissen (Wirth & Klieme, 2002) in der Computernutzung an deutschen Schulen auch im Jahr 2006 (Prenzel et al., 2007) Defizite zu verzeichnen. An österreichischen Schulen wird der Computer deutlich mehr - jedoch von Fach zu Fach sehr unterschiedlich - genutzt: Mathematik (abgesehen von Darstellender Geometrie) ist laut PISA 2006 nach Physik und Chemie jenes Unterrichtsfach mit der geringsten Computernutzung. Etwa 70% der befragten österreichischen SchülerInnen gaben an, den Computer im Schuljahr 2005/2006 im Mathematikunterricht kein einziges Mal verwendet zu haben (Schreiner & Schwantner, 2009).

Studien zur computerbezogenen Einstellung und Nutzung weisen darüber hinaus auf eine ungünstige Situation für Mädchen hin (Wirth & Klieme, 2002). Jungen zeigen größeres Interesse und messen dem Computer als Lernmedium eine größere Nützlichkeit bei als Mädchen (Dickhäuser & Stiensmeier-Pelster, 2000). In einer Evaluationsstudie zum Einsatz eines Lernprogramms in der Grundschule (Roeder, Roeder & Schürer, 2002) war die Akzeptanz des Computers als Lernmedium bei Jungen ebenfalls stärker ausgeprägt als bei Mädchen. Mit der zunehmenden Ausbreitung des Mediums stellt sich allerdings die Frage, inwieweit die gefundenen Geschlechterunterschiede bestehen bleiben werden. Es gibt bereits Hinweise, dass sich die geschlechtsspezifischen Differenzen in den letzten Jahren zunehmend verringern (Berghaus, 1999; Schuhmacher & Morahan-Martin, 2001; Schwab & Stegmann, 1999). So haben sich auch in der letzten PISA-Erhebung (Prenzel et al., 2007) geschlechtsspezifische Unterschiede in computerbezogenem Interesse und computerbezogener Selbstwirksamkeit der SchülerInnen im Vergleich zu 2003 verringert.

Trotz weitgehender Einigkeit darüber, dass computerbasierte Lernumgebungen Lernprozesse begünstigen können (Lajoie & Azevedo, 2006), existieren nur wenige wissenschaftliche Evaluationen von Lernsoftware im schulischen Unterricht (vgl. Pekrun, 2002). Lernen bzw. Üben am Computer profitiert oftmals von einem Novitätseffekt (vgl. Horz, 2004) - ist die verstärkte Motivation (vgl. Shuell & Farber, 2001) durch das Medium abgeklungen, kommt es in der Regel zu einem deutlichen Absinken der Akzeptanz (Krendl & Brohier, 1992). Allerdings zeigen einzelne Studien, dass die Lernfreude auch nach einem Jahr kontinuierlicher (ergänzender) Arbeit mit dem Computer aufrechterhalten bleibt (z.B. Monnerjahn, 1992). In einer Untersuchung von Means und Olson (1997) erlebten LehrerInnen den Computer als Möglichkeit, die Motivation und das Selbstkonzept der SchülerInnen zu erhöhen, das sich in erhöhter „time on task“-Bereitschaft und Stolz bei erledigten Aufgaben seitens der SchülerInnen widerspiegelte. Seidel (1999) befragte 150 LehrerInnen, ob sie bereit sind, Computer im Unterricht (unabhängig von finanziellen Problemen) einzusetzen. Die Ergebnisse zeigten eine sehr hohe Akzeptanz, wobei als stärkstes Motiv die Anpassung der Schule an den gesellschaftlichen Wandel genannt wurde.

Allein der Einsatz des Mediums ist allerdings zu wenig: Die Evaluation eines Projektes zur Etablierung von Notebook-Klassen im Zeitraum 2002-2006 an 13 deutschen Schulen (Schaumburg, Prasse, Tschackert & Blömeke, 2007), in dem den Lehrkräften Art, Umfang und Ausmaß der Notebook-Nutzung im Unterricht frei gestellt wurde, zeigte nur mäßige Erfolge. Zwar gaben 60% der interviewten Mathematiklehrkräfte an, einen Motivationsanstieg bei den Notebook-SchülerInnen beobachtet zu haben, die Arbeit mit dem Computer im Unterricht führte aber nicht zu verbesserten Leistungen und förderlichem Lernverhalten der SchülerInnen im Fach Mathematik. Offenbar fehlen Fortbildungen in denen Konzepte vermittelt werden, wie Computer sinnvoll fachintegriert eingesetzt werden können. Fragebogenergebnisse als auch Interviews mit den Lehrkräften zeigten, dass das Vorhandensein von Computern nicht automatisch zu einer stärkeren Binnendifferenzierung im Unterricht führt.

Der hohe Grad an Individualisierung stellt aber einen wesentlichen Vorteil computerbasierter Lern- und Übungsprogramme dar, da jeder Schüler/ jede Schülerin individuell arbeiten kann und eine konkrete sofortige Rückmeldung auf seine Leistung (siehe Kap. 3.2.1) erfährt (Konrad, 1995a, 1995b; Horz, 2004).

Die Heterogenität in Lernvoraussetzungen und -leistungen von SchülerInnen (vgl. PISA, 2003, 2006) stellt für Lehrkräfte eine besondere Herausforderung dar und erfordert diagnostische und methodische Kompetenz (vgl. Bräu, 2005; Bräu & Schwert, 2005;

Solzbacher, 2008a). Da die Unterrichtszeit in Mathematik begrenzt ist, muss der Lehrer/ die Lehrerin Schwerpunkte setzen und damit möglicherweise (implizit oder explizit) entscheiden, ob die schwächeren oder die stärkeren SchülerInnen mehr gefördert werden. Immer wieder klagen LehrerInnen über die große Leistungsstreuung der SchülerInnen und die nur schwer zu erfüllende Individualisierung im Unterricht (Baumert & Schürmer, 2001; Oser et al., 1999). Zeitaufwändige Interventionsprogramme zur Förderung adaptiver Lehrkompetenzen (z.B. Rogalla & Vogt, 2008) zeigen nur bedingt Erfolge. Hier bieten adaptiv gestaltete, computerbasierte Übungsprogramme eine Möglichkeit, *alle* SchülerInnen „maßgeschneidert“ zu fördern. Gerade für computerbasierte Lernumgebungen wird angenommen, dass der *Aptitude-Treatment-Interaction* (ATI) Ansatz (Cronbach & Snow, 1977; Snow, 1989) realisierbar ist, weil die Lernbedingungen computerbasierter Lernsettings spezifiziert und in größerem Maße konstant gehalten werden können. Voraussetzung dafür ist, dass Lernende allein mit dem PC arbeiten (vgl. Horz, 2004). Grundgedanke des ATI-Ansatzes ist, dass individuelle kognitive Faktoren (z.B. mathematische Fähigkeiten, Vorwissen) und affektive Merkmale (z.B. Angst, Interesse, Selbstwirksamkeit) in Wechselwirkung mit Unterrichtsmethode bzw. Lernumgebung stehen. So profitieren beispielsweise leistungsschwache SchülerInnen von stärker strukturiertem und weniger komplexem Unterricht, während leistungsstarken SchülerInnen komplexere Instruktionmethoden, wie z.B. entdeckendes Lernen, zu Gute kommen (Snow & Lohman, 1984).

Computergestützte Unterweisung als sinnvolle Ergänzung zum traditionellen Unterricht ist dabei nicht neu und deren Vorteile sind in motivationaler und leistungsbezogener Hinsicht empirisch belegt (z.B. Fletcher & Atkinson, 1972; Gage & Berliner, 1986; Jamison, Suppes & Wells, 1974). Durch den zunehmenden Fortschritt in der Computertechnologie ist die Nutzung des Computers im schulischen Kontext auch praktikabel (Leutner, 2006). Eine Metaanalyse über 254 Studien zu computerbasiertem Lernen (CBI) von Kulik & Kulik (1991) belegt einen positiven mittleren Effekt von 0.30 - speziell für das Fach Mathematik wurde aus 50 Untersuchungen eine mittlere Effektgröße von 0.37 ermittelt. In kürzeren Interventionsstudien (mit einer Dauer von maximal vier Wochen) zeigten sich dabei größere Effekte als bei Studien über längere Zeiträume. Im Vergleich zwischen computergestütztem Unterricht und *adaptivem* computergestützten Unterricht (vgl. Kapitel 2.1) wurden durchwegs positive Effektstärken ($d = 0.48$ bzw. $d = 0.61$) gefunden (Leutner, 1992). In 22 der analysierten Studien wurden auch SchülerInnenangaben zur Bewertung der Unterrichtsqualität miteinbezogen - in 16 Untersuchungen davon zeigten sich im Vergleich

mehr positivere Einstellungen in CBI Klassen. Trotz dieser empirischen Befunde wird der Computer im Mathematikunterricht selten genutzt.

Neben den Ansätzen der *computer aided instruction* (CAI) wurden vorwiegend im amerikanischen Raum *intelligente Tutorensysteme* weiterentwickelt, die noch stärker individuelles Lernen für unterschiedliche Lerner unter „Einzelbetreuung“ ermöglichen, wie beispielsweise der Mathematik-Tutor ANIMAL WATCH - ein Arithmetik-Lernprogramm für die 4.-6. Schulstufe (Beal et al., 1998; Arroyo et al., 1999, 2000) oder der ALGEBRA-TUTOR (Anderson, Corbett, Koedinger & Pelletier, 1995; Koedinger, Anderson, Hadley & Mark, 1997; Koedinger & Alevan, 2007). Letzterer ist in den USA aufgrund seiner Wirksamkeit inzwischen fester Bestandteil des Unterrichts an vielen Schulen. Aber auch „unintelligente“ Lernprogramme ohne lernerspezifische Rückmeldungen können zu vergleichbaren Leistungssteigerungen führen, wie beispielsweise Studien mit ANIMATE - einem Programm zum Lösen algebraischer Textaufgaben - zeigen konnten (Nathan, 1991). Zusammenfassend kann mit den Worten von Leutner (2006) gesagt werden:

„Wenn man sich [...] bemüht, die Möglichkeiten von computerunterstütztem Unterricht angemessen einzusetzen, dann verbessert sich der Lernerfolg deutlich, was letztlich nicht dem Medium ‚Computer‘, sondern der mit Hilfe dieses Mediums realisierbaren Lehrmethode zuzuschreiben ist.“ (Leutner, 2006, S.600)

Beim Einsatz des Computers im gegenwärtigen Unterricht ist demnach die Frage nach *geeigneten Einsatzmöglichkeiten* als zentral anzusehen (vgl. Davis, 1992; Ruthven, Hennessy & Brindley, 2004; Prenzel, Davier, Bleschke, Senkbeil & Urhahne, 2000). Vor allem MathematiklehrerInnen erachten den Einsatz des Computers *zur Verankerung und Wiederholung* zuvor erlernter Inhalte als sinnvoll und nutzen das Medium in dieser Hinsicht (Becker, Ravitz & Wong, 1999; Schaumburg et al., 2007). Folgende Fragen sollten vor der Implementierung computergestützter Programme im naturwissenschaftlichen Unterricht beantwortet werden (Prenzel et al., 2000):

- Bestehen beim Einsatz der Software Vorteile gegenüber traditionellen Unterrichtsmethoden?
- Lässt sich die Lernsoftware dem Wissensstand und den Fähigkeiten der Zielgruppe anpassen?
- An welcher Stelle des Unterrichtsgeschehens (Einführung, Übung) kann das Tool sinnvoll verwendet werden?

- Welche (Lern-) Ziele sind mit dem Softwareeinsatz verbunden (Aufbau von Verständniswissen oder Wissenssicherung)?
- Bieten die Programme für selbstgesteuertes Lernen genügend Hilfestellung?
- Inwieweit werden Merkmale problemorientierter Lernumgebungen berücksichtigt?

2.1 Lern- und Übungssoftware für die 5. Jahrgangsstufe

Übungsprogramme dienen der Festigung erworbenen Wissens. Viele dieser „drill & practice“ Programme sind nach einfachen, aber wirkungsvollen Mustern konstruiert: Präsentation der Aufgabe - Entgegennahme der Antwort - Präsentation der Rückmeldung - nächste Aufgabe etc. (vgl. Leutner, 1992; Niegemann, 1995). Gerade leistungsschwachen und ängstlichen SchülerInnen scheinen klare Strukturen und in stärkerem Maß gelenktes, angeleitetes Üben, wie es in derartigen Programmen in der Regel der Fall ist, zugute zu kommen (vgl. Frey, 1989; Kirschner, Sweller & Clark, 2006; Seifried & Klüber, 2006). Heute werden Programme zum Üben und zum Erwerb grundlegender Rechenfertigkeiten verwendet (Williams & Brown, 1990; zitiert nach Luik, 2007). Nathan und Baron (1995) stellten fest, dass SchülerInnen im Alter von 9 bis 11 Jahren Übungsprogramme in Mathematik bevorzugen und diese durchaus als positiv und nicht als langweilig empfinden. Computergestützte Unterweisung als Ergänzung zum traditionellen Unterricht wird jedoch an deutschen und österreichischen Schulen viel zu selten genutzt (vgl. PISA, 2000, 2003, 2006). Zu Beginn der 80er Jahre wurden in Deutschland erste computergestützte Rechentrainingsprogramme zur Förderung lernschwacher Kinder entwickelt und evaluiert (Kullik, 2004). Heute existiert eine relativ große Anzahl kommerzieller mathematischer Lern- und Übungssoftware am Markt. Doch sind bei weitem nicht alle Förder- und Lernprogramme sinnvoll und empfehlenswert. Die meisten kommerziellen Programme (auch unter dem Begriff „Edutainment-Software“ zusammengefasst) sind durch eine Vielzahl ablenkender Reize und (vermeintlich) motivationsfördernder Elemente optischer, akustischer bzw. multimedialer Art oder belohnender Spielsequenzen ergänzt.

Auch wenn in einigen Studien der Versuch unternommen wurde, durch computerbasierte Mathematik-Lernspiele (vgl. Sedighian, 1996; Fengfeng, 2006; Okolo, 1992; Ota & DuPaul, 2002) die Motivation der SchülerInnen zu erhöhen, sind hinsichtlich der mediendidaktischen Eignung der Software vor allem drei Qualitätsmerkmale wesentlich (vgl. Kullik, 2004; Roeder, 1998):

1. die Rückmeldungsqualität des Programms (siehe Kap. 3.2.1)
2. die Komplexität der motivationsfördernden Elemente (einfache Programme weisen eine reizarme, klare und übersichtliche Bildschirmgestaltung auf und sorgen für eine „prägnante Lerngestalt“)
3. die Aufgabenauswahl

Viele Lernprogramme weisen Defizite in einem oder mehreren dieser drei Qualitätsmerkmale auf und sind für den praktischen Einsatz kaum geeignet (Biermann, 1994). Darüber hinaus sind grundlegende Fähigkeiten (in PISA unter dem Begriff „*computer literacy*“ zusammengefasst) notwendig, um mit Computertechnologie zielgerichtet und erfolgreich umgehen zu können (Naumann & Richter, 2001; Tsai, 2002; Turner, Sweany & Husman, 2000). Gerade Lernende mit geringer Computererfahrung sind in stärkerem Maße von der Gestaltung der Lernsoftware abhängig und von komplexen computergestützten Lernumgebungen überfordert (vgl. Horz, 2004). Erst eine vergleichsweise höhere Computerexpertise (intensive aktuelle Computernutzung, längere Vorerfahrungen und umfangreiches theoretisches PC-Wissen) ermöglicht selbstbestimmtes Lernen (vgl. Ryan & Deci, 2000) in computerbasierten Lernumgebungen (Horz, 2004, S.249).

Ein zweites Manko der meisten Lern- und Übungsprogramme stellt die fehlende Adaptivität dar. Obwohl nicht nur intelligente tutorielle Programme, sondern auch einfache computerbasierte Lernprogramme die wünschenswerte Adaptivität bewerkstelligen könnten (vgl. Corno & Snow, 1986; Kaput, 1992), erreichen nur wenige Programme den gewünschten Qualitätsstandard in Bezug auf die Anpassung der Aufgaben an den Kenntnisstand des Lernenden (vgl. Sedlmeier & Wettler, 1998).

Als drittes Problem lässt sich das Defizit wissenschaftlicher Evaluation anführen. Viele kommerzielle Programme wurden entweder gar nicht oder nur unzureichend auf ihre Wirksamkeit hin überprüft. So wurde eine empirische Evaluationsstudie zur Wirksamkeit von ALEKS® (Assessment and LEarning in Knowledge Spaces) - eines der wenigen [das einzige im Zuge der Recherche gefundene!], adaptiven Mathematikprogramme zur individuellen Förderung von SchülerInnen - nicht in der Fachliteratur publiziert (La Vergne, 2007).

2.1.1 Evaluationsansätze zu Lern- und Übungssoftware in der Schule

Im Zuge neuerer Forschungsprojekte wurden in den letzten Jahren Mathematikprogramme entwickelt und hinsichtlich leistungsbezogener (z.B. Kapa, 2001; Schoppek & Tulis, 2010) und motivationaler Aspekte (z.B. Dresel, 2004; Dresel & Ziegler, 2006; Ku, Harter, Liu,

Thompson & Cheng, 2004) evaluiert. Ergebnisse schulischer Feldstudien (Staub, Reusser & Stebler, 1992) zu einem auf Textaufgaben spezialisierten, computerbasierten Übungsprogramm (Reusser, 1994) für die 3. bis 9. Jahrgangsstufe sprechen für eine hohe Akzeptanz durch Lehrkräfte und SchülerInnen. In einer anderen Studie von Monnerjahn (1992), in der GrundschülerInnen der 3. und 4. Klassen zweimal wöchentlich 15-20 Minuten ein Mathematik-Übungsprogramm bearbeiteten, nahm die Lernfreude am Computer auch nach einem Jahr kontinuierlicher Arbeit kaum ab und laut Aussagen der LehrerInnen arbeiteten speziell leicht ablenkbare Kinder am PC konzentrierter. Eine Evaluation des weiter oben erwähnten Arithmetik-Lernprogramms ANIMAL WATCH für die 4. bis 6. Schulstufe (Beal et al., 1998; Arroyo et al., 1999, 2000) zeigte deutliche Verbesserungen in Bezug auf das mathematische Selbstkonzept, dem Interesse sowie in der mathematischen Leistung (Beal et al., 2000). Evaluationsstudien der vielfach im amerikanischen Mathematikunterricht eingesetzten tutoriellen Algebra- und Geometrieprogramme belegen eine um die Hälfte reduzierte Übungszeit und Leistungsverbesserungen um mehr als eine Standardabweichung (Anderson et al., 1995). In einer Interventionsstudie von Ysseldyke, Spicuzza, Kosciolk und Boys (2003) mit dem computerbasierten Lernprogramm ACCELERATED MATH konnten größere Leistungsgewinne in Mathematik bei den 157 SchülerInnen der Interventionsklassen (4./5. Jahrgangsstufe) im Vergleich zu den Kontrollklassen (gleicher Jahrgangsstufe innerhalb der Schule sowie in anderen Schulen der Umgebung) erzielt werden. Durch den Einsatz von ACCELERATED MATH konnte zudem die aktive Lern- und Übungszeit der SchülerInnen erhöht werden, als Nachteil des Programms ist allerdings die fehlende unmittelbare Rückmeldung zu nennen. Erst nach vollständiger Bearbeitung werden die Arbeitsblätter eingescannt.

2.1.2 Mathematische Kompetenz und die Bedeutung von Textaufgaben

Insbesondere das Lösen mathematischer Textaufgaben¹ spiegelt auf allen Altersstufen das mathematische Verständnis von SchülerInnen wider (Stern, 2003). Ergebnisse aus der LOGIK-Studie (Stern, 2003) betonen den Wert von Textaufgaben in der Grundschule und den Zusammenhang mit der späteren Mathematikleistung (vgl. Reusser & Stern, 1997). Demnach sollten Textaufgaben wesentlicher Bestandteil mathematischer Lern- und Übungssoftware sein. In einer Evaluationsstudie mit neun 2. Klassen konnten Hasemann

¹ Obwohl sich in der Mathematikdidaktik inzwischen der Begriff Sachaufgaben anstelle von Textaufgaben etabliert hat, wird in vorliegender Arbeit letzterer beibehalten, da Sachaufgaben noch stärker alltagspraktische Nähe und Erfahrungen implizieren (vgl. Baireuther, 2003; Lauter, 1991; Stern, 1998).

und Stern (2002) zeigen, dass gerade leistungsschwächere Kinder von „abstrakt-symbolischen“ Textaufgaben (versus alltagsnaher Vermittlung) profitierten.

Dem Lösen von Text- bzw. Sachaufgaben im Mathematikunterricht kommt dabei eine wichtige Bedeutung zu: die Schulung des problemlösenden Denkens (vgl. Duncker, 1935, Novick, 1992; Stern, 1992; Reusser, 1990; Riley, Greeno & Heller, 1983; Van Dijk & Kintsch, 1983).

Beim Lösen mathematischer Textaufgaben müssen SchülerInnen (a) eine Textbasis bzw. mentale Repräsentation der Textinhalte erstellen, (b) ein Situationsmodell aufbauen, (c) das Problem in eine mathematische Form überführen, (d) die Lösung berechnen und (e) das Ergebnis interpretieren (vgl. Van Dijk & Kintsch, 1983; Kintsch, 1988). Die Fähigkeit, Textaufgaben zu lösen, beinhaltet die sprachliche Übersetzung der Aufgabenstellung in ein mathematisches Modell, das Auswählen und die Ausführung einer oder mehrerer geeigneter Rechenoperationen, um zu einem Ergebnis zu kommen, wobei speziell das sprachliche Textverständnis und das Erkennen der Struktur gefordert sind (Baroody & Dowker, 2003; Le Blanc & Weber-Russell, 1996). Auch wenn die Korrelation zwischen allgemeiner Intelligenz und Mathematikleistung höher ist als im Vergleich zu anderen Schulfächern (vgl. Gustaffson & Balke, 1993), gibt es eine Zahl anderer Faktoren, die zu interindividuellen Kompetenzunterschieden beitragen bzw. die spätere Mathematikleistung vorhersagen (Stern, 1999). Bei der Lösung von Textaufgaben sind individuelle Unterschiede wie Arbeitsgedächtniskapazität (Fuchs et al., 2008; Geary, 1993; Geary & Widaman, 1992; Kintsch & Greeno, 1985; Swanson, 2006; Tronsky & Royer, 2002), grundlegende Rechenfertigkeiten (Sweller et al., 1983), aber auch Selbstwirksamkeitsüberzeugungen und die daraus resultierende, weiterführende Beschäftigung mit den Aufgaben (Fuchs, Fuchs, Prentince, Burch, Hamlett, Owen & Schroeter, 2003) ausschlaggebend.

Obwohl die Arbeit an Textaufgaben als wesentlicher Inhaltsbereich des Mathematikunterrichts gilt (vgl. Baumert et al., 1997), wird das Potenzial mathematischer Textaufgaben kaum genutzt (Renkl, 1991; Stern, 1994a, 1994b, 1998, 2003). Darüber hinaus sind Textaufgaben bei den meisten SchülerInnen unbeliebt (Cognition and Technology Group, 1992, zitiert nach Schank & Neaman, 2001, S. 60; Baireuther, 1990) und vorwiegend von negativen Emotionen begleitet. In einer länger zurückliegenden Studie von Dutton & Blum (1968, zitiert nach Sowder, 1989) stimmten der Aussage „Textaufgaben sind frustrierend“ die meisten der 346 SchülerInnen der 6.-8. Jahrgangsstufe zu - dieser Befund dürfte sich in den meisten Fällen bis heute nicht geändert haben, auch wenn die SchülerInnen einer Studie von Frenzel, Jullien und Pekrun (2006) mehr Freude und weniger

Angst bei Modellierungsaufgaben berichteten ($r > .60$ für Freude bei Modellierungs- und Kalkül-/Rechenaufgaben).

Fehler in Textaufgaben signalisieren individuelle Schwierigkeiten und fehlerhafte Herangehensweisen der SchülerInnen. Viele SchülerInnen zeigen Defizite bei der Auswahl einer angemessenen Rechenoperation (z.B. Montague & Bos, 1990) und prüfen inkonsistente oder unrealistische Lösungen nur selten (vgl. Wyndham & Säljö, 1997; Yoshida, Verschaffel & DeCorte, 1997; Reusser & Stebler, 1997; Inoue, 2005). Die kritische Prüfung einer Lösung ist jedoch wesentlicher Bestandteil erfolgreichen mathematischen Problemlösens (vgl. Schoenfeld, 1989). In einer älteren Untersuchung von Radatz (1983) kamen selbst SchülerInnen der fünften Jahrgangsstufe bei rechnerisch unlösbaren mathematischen Sachaufgaben (sog. Kapitänsaufgaben²) zu einer Lösungsrate von 45%.

Probleme bei der Bearbeitung von Textaufgaben können auf unterschiedlichen Ebenen auftreten: dem Textverständnis, des Situationsverständnisses, der Mathematisierung, des Rechnens oder schließlich auf der Ebene der situationsbezogenen Antwort (Reusser, 1998; Lucangeli, Tressoldi & Cendron, 1998). Der Schwierigkeitsgrad von Textaufgaben hängt aber nicht ausschließlich vom Situationsmodell und der Komplexität der erforderlichen Rechenoperationen ab. Zusätzlich unterscheiden sich Textaufgaben hinsichtlich lexikalisch-syntaktischer Merkmale in ihrer Schwierigkeit. So kann beispielsweise aufgrund bestimmter Schlüsselwörter und Oberflächenmerkmale auf einen falschen Rechenweg geschlossen (Bruer, 1993; Neshet & Teubal, 1975; Plötzner, 1998), oder dieser durch das Vorhandensein irrelevanter Wörter (z.B. Leong & Jerred, 2001; Reusser, 1984) beeinflusst werden. Insbesondere schwache ProblemlöserInnen bilden auf Basis von Schlüsselwörtern (wie etwa „mehr“ oder „weniger“) mathematische Repräsentationen, ohne weitere Informationen zu berücksichtigen (Hegarty, Mayer & Monk, 1995). Auch die Reihenfolge der Information spielt eine Rolle (Fayol, Abdi & Gombert, 1987). In einer aktuellen Studie von Thevenot, Devidal, Barrouillet und Fayol (2007) zeigten Viertklässler bessere Leistungen bei der Bearbeitung von Textaufgaben, wenn die Fragestellung am Beginn platziert wurde. Speziell bei komplexen Aufgaben profitierten leistungsschwache SchülerInnen von der Formulierung der Frage am Anfang.

Neben den genannten Schwierigkeiten unterlaufen leistungsschwachen SchülerInnen bei Textaufgaben signifikant mehr Kontrollfehler (zu Fehlertypen und -taxonomien vgl. Schoenfeld, 1985; Schneider, 1992; Rollett, 1996) Zusammenfassend zeigt sich aus

² z.B. „Auf einem Schiff sind 26 Schafe und 10 Ziegen. Wie alt ist der Kapitän?“ (Baruk, 1989)

früheren Studien mit SchülerInnen der 5.-7. Jahrgangsstufe (Newman, 1977; Clements, 1980; Casey, 1978), dass Fehler Leistungsschwacher vor allem durch fehlerhaftes Lesen und Verstehen begründet sind, während mehr als 1/3 der Fehler durchschnittlicher SchülerInnen Flüchtigkeits- bzw. Aufmerksamkeitsfehler darstellen.

Speziell in Verbindung mit metakognitiven Hilfen während und nach dem Lösungsprozess profitieren (vor allem) schwächere SchülerInnen in computerbasierten Lernumgebungen (Kapa, 2001). Darüber hinaus sind beim Üben von Textaufgaben am Computer *alle* SchülerInnen *aktiv*: Wenn Textaufgaben im Mathematikunterricht (häufig im Zuge eines fragend-entwickelnden Unterrichts, vgl. Baumert et al., 1997) behandelt werden, sind in der Regel nur wenige SchülerInnen tatsächlich an der Entwicklung von Lösungswegen beteiligt - die meisten bleiben passiv rezipierend. Damit wird die Fähigkeit, mathematische Problemlöseaufgaben *selbstständig* zu lösen nicht gefördert bzw. erworben.

Darüber hinaus ist zur Lösung komplexer, mehrstufiger Textaufgaben eine hohe Flexibilität sowie Routine im Umgang mit mathematischen Operationen erforderlich (Bruder, 2000; Mandl, Gruber & Renkl, 1994; Renkl & Stern, 1994), die durch entsprechende Übung erworben wird (Anderson, 2001). In zwei Studien von Kail und Hall (1999) waren arithmetisches Vorwissen, sowie allgemeine Verarbeitungsfähigkeiten (Lese- und Verarbeitungsgeschwindigkeit, Arbeitsgedächtnis) von 8-12 Jährigen Prädiktoren für Fehleranzahl und Bearbeitungszeiten beim Lösen einfacher Additions- und Subtraktions-Textaufgaben. Gut geübte und automatisierte Rechenfertigkeiten, die das Arbeitsgedächtnis entlasten (vgl. Geary, Hoard, Byrd-Craven & DeSoto, 2004; Mwangi & Sweller, 1998) sind demnach grundlegend für mathematisches Problemlösen und zum Aufbau höherer mathematischer Kompetenzen (vgl. Neubrand et al., 2002). Neben mathematischem und begrifflichem Modellieren als Dimensionen mathematischen Arbeitens sollten also auch prozedurale („technische“) Rechenfertigkeiten gezielt gefördert werden (vgl. Baumert et al., 2003).

2.1.3 Feedback, Individualisierung und Adaptivität

Die Lernwirksamkeit von Übungsaufgaben bzw. -programmen ist einerseits auf die aktive Aufgabenbearbeitung (Morrison et al., 1995; Metaanalyse von Hamaker, 1986; Haynie, 1994, 1997), andererseits auf das anschließende Feedback zurückzuführen (vgl. Jacobs, 2002, Van Dusen & Worthen, 1995), wobei bereits *einfache* Rückmeldungen lernförderlich wirken (Luik, 2007). In Abhängigkeit davon, wie das Feedback mit den Leistungs-

erwartungen des Lernenden übereinstimmt, kann dieses zu einem besseren Verständnis beitragen, neue Information bereit stellen oder auch bestehende Überzeugungen bekräftigen oder verändern (Butler & Winne, 1995). Dabei werden die unterschiedlichen Funktionen von Feedback deutlich (vgl. Butler & Winne, 1995; Carver & Scheier, 1990): Neben der Leistungsrückmeldung und Darstellung des Lernfortschritts beeinflusst Feedback interne Lern- und Verstehensprozesse, Überzeugungen und Ziele der SchülerInnen. Entscheidend ist die Einstellung der SchülerInnen und deren Interpretation (Higgins, Hartley & Skelton, 2002). Feedback, als „Informationsquelle“ verstanden, zeigt Diskrepanzen zwischen erbrachter und angestrebter Leistung auf und dient der Fehlerkorrektur (vgl. Fischer & Mandl, 1988). Jacobs (2002) gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Arten (kognitiven) Feedbacks:

- *Knowledge of Result*
(Richtig/Falsch, ohne korrekte Antwort)
- *Knowledge of correct Result*
(richtige Antwort wird mitgeteilt, korrekatives Feedback)
- *Answer until correct*
(nach Clariana (2000) auch Multiple Try Feedback genannt)
ermöglicht so oft Knowledge of Result, bis der Lerner selbst die korrekte Antwort findet
- *Elaboriertes Feedback*
(informatives- bzw. explanatory/ extended feedback)

Dempsey, Driscoll und Swindell (1993) sowie Jacobs (2002) verstehen unter elaboriertem Feedback eine Erklärung, warum die korrekte Antwort richtig bzw. die falsche Antwort fehlerhaft ist und eine detaillierte Beschreibung des Lösungsweges in Form eines Musterlösungsansatzes. Kulhavy und Stock (1989) unterscheiden dabei zwischen (a) *task specific elaboration*, also aufgabenspezifischem Elaborationsfeedback (b) *instruction based elaboration*, basierend auf ursprünglichem Lernmaterial und über die Erklärung der Aufgabenlösung hinaus erfolgende Darbietung von Information aus dem Unterrichtsmaterial und (c) *extra-instructional elaboration*, die eine zusätzliche, bisher noch nicht dargebotene Information zur Verfügung stellt.

Empirische Studien belegen einen Lernzuwachs von unmittelbarem Feedback gegenüber keiner Rückmeldung (Corbett & Anderson, 2001; einen Überblick geben z.B. Mory, 1996; Sales, 1993). In Metaanalysen von Bangert-Drowns, Kulik, Kulik und Morgan (1991) oder Azevedo und Bernard (1995) konnten Effektstärken von 0.77 bzw. 0.80 nachgewiesen

werden. Einen Überblick über mehrere Metaanalysen zur Effektivität von Feedback geben Hattie und Timperley (2007). Ysseldyke und Tardrew (2007) bzw. Ysseldyke und Bolt (2007) berichten Effektgrößen um 0.32 bzw. 0.39 Standardabweichungen bei kontinuierlicher Rückmeldung während der Bearbeitung von Mathematikaufgaben. Feedback mit der richtigen Lösung ist reinen richtig/falsch-Rückmeldungen überlegen (vgl. Bangert-Drowns et al., 1991). In Hinblick auf die Komplexität bzw. den Elaborationsgrad von Feedback und dessen leistungssteigernde Wirkung gibt es heterogene Befunde (Dempsey et al., 1993; Mory, 1992, 1996; Kulhavy & Stock, 1989). Viele deuten allerdings auf eine höhere Lernwirksamkeit von elaboriertem Feedback hin (z.B. Collins, Carnine & Gersten, 1987; Musch, 1999; Narciss, 2001; Pridemore & Klein, 1991). Farquhar (1995) konnte beispielsweise nachweisen, dass (unmittelbares) elaboriertes Feedback sowohl in der Lernzeit als auch im Lernerfolg dem korrektiven Feedback überlegen war. Elaboriertes Feedback bietet Unterstützung, die Lernende mit weniger günstigen Lernvoraussetzungen beim Lernen mit computerbasierten Lernumgebungen benötigen (vgl. Fischer & Mandl, 2002). In einer Untersuchung mit 137 Studierenden von Krause, Stark & Mandl (2004) konnte ebenfalls eine günstige Wirkung elaborierten Feedbacks auf den Lernerfolg (im Vergleich zu keiner Feedbackmaßnahme) bestätigt werden.

Studien zum Feedback innerhalb computerbasierter Lernumgebungen ergaben allerdings auch, dass Rückmeldungen nicht immer in gewünschter Weise genutzt werden (vgl. Krause, 2002; Stark, 2001). So waren insbesondere leistungsschwache SchülerInnen mit dem Feedback im weiter oben erwähnten Lernprogramm ANIMATE (Nathan, 1991) überfordert und nutzten dieses nicht in intendierter Weise. Neuere Untersuchungen zur Lernwirksamkeit von (multiplen) Lösungsbeispielen weisen hingegen darauf hin, dass elaborierte Rückmeldungen in Form ausgearbeiteter Lösungsbeispiele im Anschluss an die eigene Aufgabenbearbeitung die Lernleistung und den Lerntransfer deutlich steigern können (Große, 2005; Renkl & Wortham, 2000; Schworm & Renkl, 2006; Van Lehn, 1988). Unmittelbare Rückmeldung (wie sie in den meisten drill & practice Programmen vorkommt) ist lernförderlicher als zeitlich verspätetes Feedback (vgl. Jacobs, 2002; Kulik & Kulik, 1988). Neuere tutorielle Systeme sind sogar in der Lage, dem Lernenden nach jedem Schritt Rückmeldung zu geben, was sich in einer Untersuchung von Corbett & Anderson (2001) als besonders effizient für das Lernen herausgestellt hat. Eine sofortige Rückmeldung nach jeder Aufgabe bzw. sofort, wenn ein Fehler auftritt („teachable moments“) und metakognitive Hilfen während des Lösungsprozesses haben sich - im Gegensatz zu einem einfachen, korrigierenden Feedback am Ende (oder gar keiner

Rückmeldung) auch in anderen Studien als günstig erwiesen (für eine Metaanalyse siehe Azevedo & Bernard, 1995).

Im Vergleich zur im schulischen Kontext dominierenden „öffentlichen“ Situation des Fehlermachens, wird dem Schüler/ der Schülerin beim Bearbeiten von Übungs- bzw. Lernprogrammen am Computer die Gelegenheit gegeben, „privat“ Fehler zu machen - ohne (aus Sicht der Schülers/ der Schülerin selbstwertbedrohende) negative Konsequenzen. Zudem kann die Art der Rückmeldung eine lernorientierte Zielsetzung (vgl. Dweck & Leggett, 1988), also das Ziel der individuellen Kompetenzerweiterung anstelle des Strebens nach sozialem Vergleich, unterstützen (siehe Kapitel 4.2) indem beispielsweise nach Misserfolg mehr Anstrengung gefordert (Dresel & Ziegler, 2006) oder der Wert von Fehlern für den Lernprozess hervorgehoben werden (Hoska, 1993). Leistungsrückmeldung in Computerprogrammen kann in höherem Maße eine individuelle Bezugsnorm (statt sozialer Bezugsnorm) verwirklichen (vgl. Rheinberg & Krug, 1999). Dabei erleben einerseits schwächere SchülerInnen motivierende Lernfortschritte, andererseits werden auch bessere SchülerInnen gefordert und angespornt, sich zu verbessern, auch wenn diese im sozialen Vergleich bereits überdurchschnittliche Leistungen erzielen (vgl. Musch, 1999). Insbesondere bei HauptschülerInnen scheint sich eine soziale Bezugsnormorientierung ungünstig auf das mathematische Fähigkeitsselbstkonzept auszuwirken (vgl. Schwarzer & Jerusalem, 1983), während sich eine individuelle Bezugsnormorientierung positiv auf das Selbstkonzept *aller* SchülerInnen auswirkt (Lüdtke & Köller, 2002).

Leutner (1995, 2001) fasst weitere Vorteile eines computergestützten Unterrichts mit den drei Schlagworten *Adaptivität*, *Interaktivität* und *Individualität* zusammen: „Jeder einzelne Lernende soll mit dem durch das Lernprogramm vertretenen Lehrer (lehrstoffbezogen) interagieren, wobei das Interaktionsgeschehen möglichst gut an den Unterstützungsbedarf des lernenden Individuums angepasst wird.“ Die Effektivität maßgeschneiderten Lernens unter „Einzelbetreuung“ ist sowohl durch menschliche Tutoren (vgl. Bloom, 1985) wie beispielsweise im Nachhilfeunterricht (vgl. Haag, 2001) als auch mit computerbasierten Tutoren (z.B. Regian, 1997) belegt. Schulmeister (1997, 2000) betont darüber hinaus die Anonymität bzw. Unvoreingenommenheit „des Computers“ und die Sanktionsfreiheit bei der Interaktion mit Übungsprogrammen.

Allgemeine Forschungsergebnisse zur Individualisierung im Unterricht belegen einen sogenannten „Matthäus Effekt“: „Wer hat, dem wird gegeben“ (z.B. Baumert, Roeder, Sang & Schmitz, 1986). SchülerInnen mit günstigeren Lernvoraussetzungen und mehr Vorwissen profitieren in der Regel mehr als leistungsschwache SchülerInnen (vgl. Helmke,

2006). Ältere Studien zur Frage der Verringerung von Leistungsheterogenität von SchülerInnen der 5. und 6. Jahrgangsstufe (Treiber, Weinert & Groeben, 1982) zeigten zwar, dass durch Indikatoren einer binnendifferenzierenden Lehr-Lern-Organisation 28% der Unterschiede zwischen Schulklassen aufgeklärt wurden, allerdings kam die Reduzierung der Leistungsheterogenität primär durch eine Verschlechterung leistungsstarker SchülerInnen zustande (vgl. auch Baumert, Roeder, Sang & Schmitz, 1986). Helmke (1988) identifizierte aus 39 Hauptschulklassen der 5. und 6. Jahrgangsstufe lediglich sechs „Optimalklassen“, in denen die Steigerung des Leistungsniveaus bei gleichzeitiger Verringerung von Leistungsunterschieden der SchülerInnen erreicht wurde. Der Unterricht in diesen Klassen war durch eine hohe Adaptivität und Lehrstofforientierung gekennzeichnet.

2.1.4 Bestandsaufnahme/Bewertung aus psychologisch-pädagogischer Sicht

Damit Lehrkräfte effektive Lern- und Übungssoftware im Unterricht einsetzen, müssen sie Merkmale effektiver Lernsoftware kennen (Luik, 2007). Lernsoftware kann nach verschiedenen Eigenschaften kategorisiert werden (Kammerl, 2000): Baumgartner und Payr (1994) entwickelten ein heuristisches Würfelmodell, das Merkmalsausprägungen in den Dimensionen Lernziele, Lerninhalte und Lehrstrategien unterscheidet und unterschiedliche Softwaresysteme vergleichbar macht. Aus anderen Kriterienkatalogen zur Qualität von Lernsoftware lassen sich drei zentrale Bereiche identifizieren (Roeder, Roeder & Schürer, 2002; Niegemann, 2001):

- Programmtechnische Kriterien (z.B. Systemanforderungen, technische Stabilität)
- Fachdidaktische Kriterien (inhaltlicher und methodischer Art)
- Pädagogisch-psychologische Kriterien (vom Instruktionsdesign bis zur Feedbackgestaltung)

Zentrale fachdidaktischen Aspekte von Lernsoftware sind die *Segmentierung* (zu vermittelnde Wissensbausteine) und deren Reihenfolge (*Sequenzierung*), so dass nachfolgende Elemente auf den vorhergehenden aufbauen (vgl. Kompetenzstufenmodell im nachfolgenden Kapitel 2.2). Zudem ist die *curriculare Validität* von Bedeutung, d.h. die Übereinstimmung zwischen Lehrstoffbereichen und Lehrplan (siehe Kapitel 5.1) und dessen Lernzielen. Programme sollten durch unterschiedliche Aufgaben zu einem Themenbereich den *Transfer* fördern.

Zu den Kriterien im dritten Punkt zählen die bereits in Kapitel 2.1.3 erläuterte Interaktivität, die Gestaltung des Feedbacks, die Adaptivität des Programms sowie weitere motivationsunterstützende Elemente, z.B. die Förderung von Neugier und Aufmerksamkeit des Lernenden durch sich abwechselnde Instruktionselemente (Niegemann et al., 2004) und Verdeutlichung der Ziele.

Basierend auf einer Bestandsaufnahme nicht-kommerzieller (öffentlich zugängliche Programme, die im Rahmen empirischer Forschungsprojekte entwickelt wurden) und kommerzieller Mathematik-Lernsoftware für die fünfte Jahrgangsstufe wurden mathematische Computerprogramme hinsichtlich oben genannter Kriterien beurteilt³. Der dazu erstellte Kriterienkatalog wurde in Anlehnung an den Katalog des Projekts „EvaSoft“ der Pädagogischen Hochschule Zürich (<http://educa.ch/dyn/118230.asp>) sowie einschlägiger Fachliteratur zum Thema entwickelt. Nachfolgende Softwareprogramme zu Mathematik der Jahrgangsstufe 5 wurden im Zuge der Recherche getestet.

- MATHE WARP (<http://www.mathewarp.de>)
- Cornelsen LERNVITAMIN MATHEMATIK (5. KLASSE)
- Klett MATHETRAINER 5
- Schroedel MATHE BITS “Rechnen mit Brüchen” (Reihe Maßstab)
- Westermann MATHE BITS “Terme und Gleichungen“ (Demoversion)
- Cornelsen (Volk und Wissen) MATHE-PLUS.DE (5. KLASSE)

Dabei wurde das Angebot deutscher Schulbuchverlage auf einschlägigen Bildungsfachmessen (Interpädagogica 2006) und im Internet sowie auf Vertriebsportalen herangezogen. Zudem wurden Angaben von Mathematiklehrkräften in der Onlinebefragung (siehe Kapitel 5.1) mit einbezogen. Es wurden ausschließlich mathematische Lern- und Übungsprogramme für die Jahrgangsstufe 5 berücksichtigt - dennoch erhebt die Auswahl keinen Anspruch auf Vollständigkeit: So wurden beispielsweise mehrere Softwaretitel großer Schulbuchverlage gefunden, die sich allerdings inhaltlich nicht voneinander unterscheiden (z.B. „Maßstab-Bruchrechnung“, „Mathematik heute - Bruchrechnung“ und „Welt der Zahl - Bruchrechnung“ aus dem Schroedel-Verlag). Bei Software-Reihen zu unterschiedlichen Lehrstoffgebieten (z.B. Reihe MATHE BITS aus dem Schroedel bzw. Westermann Verlag), die sich im Programmaufbau nicht unterscheiden, wurde ein

³ Für eine detaillierte Beschreibung einzelner Programme sei an dieser Stelle auf die Zulassungsarbeit von Sebastian Lippert (2008) verwiesen.

Themenbereich exemplarisch herausgegriffen. Software, die sich ausschließlich mit geometrischen Inhalten auseinandersetzt (z.B. GEONext; <http://geonext.uni-bayreuth.de>) wurde ebenfalls bewusst außer Acht gelassen. Die Bewertung der Programme erfolgte nach folgenden Kriterien⁴:

- Technische Systemanforderungen
- Curriculare Validität
- Handhabung (Hilfen zur Handhabung, Eingabefehlertoleranz)
- Layout
- Motivation (Aufmerksamkeitsbindung, Abwechslung, Belohnung)
- Adaptivität (Mikro- und Makroadaptation)
- Feedback (Art des Feedbacks, Hilfen und Erklärungen)
- Didaktische Aspekte (z.B. Strukturierung, Anstieg hinsichtlich Schwierigkeitsgrad der Übungen)

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass bei keinem Lernprogramm Hinweise auf Mikroadaptivität (also automatische Anpassung des Schwierigkeitsgrades der Aufgaben an den Lernenden) gefunden werden konnten. In der Einfachheit bzw. Unterstützung bei der Handhabung kann der MATHETRAINER 5 (Klett) positiv hervorgehoben werden. Darüber hinaus wird sehr gut der Bezug zu realen Beispielen hergestellt und die Relevanz des Lehrstoffes verdeutlicht. Sowohl MATHETRAINER 5 als auch LERNVITAMIN MATHEMATIK für die 5. Klasse (Cornelsen) und MATHE BITS (Schroedel) geben detailliertes Feedback und zusätzliche Erklärungen. Allerdings werden richtige Eingaben der SchülerInnen kaum beachtet oder gelobt. Positiv zu bewerten ist allerdings das Angebot weiterer Übungssequenzen nach wiederkehrenden Fehlern in Form von „Lernausflügen“. Darüber hinaus gibt es in MATHE BITS „Rechnen mit Brüchen“ eine Übersicht der Lernstationen zu jedem Thema, bestehend aus Beispielen, Übungen und einem abschließenden Test. Dennoch ist zu betonen, dass auch dieses Programm (trotz einer gewissen Auswahlmöglichkeit an Teilgebieten und Aufgabenschwierigkeiten) die Mikro-Adaptation (Leutner, 2002) nicht optimal umsetzt. Die Lernsoftware MATHE-PLUS.DE ist getrennt von den anderen Produkten zu bewerten, da sie kein Übungsprogramm im herkömmlichen Sinn darstellt, sondern 15 fächerübergreifende, interaktive Projekte (z.B. „Fußballstadion“, „Europareise“) mit unterschiedlichen mathematischen Anforderungen für die 5. Jahrgangs-

⁴ Die Auswertung des Kriterienkatalogs für jedes Programm ist im Anhang ersichtlich.

stufe beinhaltet. Eindeutig positiv hervorzuheben ist der Realitätsbezug der Aufgabenstellungen und deren Einbettung in ein alltagsnahes Projekt. Die erforderlichen mathematischen Kompetenzen können zudem auch losgelöst vom jeweiligen Projekt als einzelne Übungsaufgaben online (mit Lösungsanzeige nach zwei Fehlversuchen) oder als ausgedrucktes Übungsblatt (pdf., ohne Feedbackmöglichkeit) vertieft werden. Der individuelle Leistungsstand kann allerdings lediglich durch Selbstreflexion „Ich kann...“, „Ich habe noch nicht verstanden...“ und „Ich möchte noch üben...“ festgehalten werden.

2.2 Merlins Rechenmühle



Abbildung 2: Merlin

MERLINS RECHENMÜHLE (MRM) ist ein an der Universität Bayreuth entwickeltes adaptives Computerprogramm, das eine individuelle Förderung aller SchülerInnen ermöglicht. Es diagnostiziert fortlaufend die Fertigkeiten des Übenden, sucht automatisch angemessene Aufgaben aus einer Datenbank von über 6000 Aufgaben aus und gibt Leistungsrückmeldungen. Automatisch erstellte Berichte informieren über die Fertigkeitsentwicklung. Einzelne Aufgabenmerkmale, die die Schwierigkeit bestimmen, wie Zehnerübergang, die Stelle der Unbekannten in der Gleichung, oder das Situationsmodell bei Textaufgaben (siehe Kap. 2.1.2), sind in der Datenbank gespeichert und werden bei der Aufgabenauswahl berücksichtigt. Textaufgaben - deren Relevanz für das mathematische Verständnis vielfach betont wird (vgl. Kapitel 2.1.2) - stellen einen Schwerpunkt dar. Das Programm wurde für die Grundschule konzipiert und fortlaufend in Trainingsstudien evaluiert und verbessert. Im Zuge dieses Projektes wurde die Aufgabendatenbank auf die 5. Jahrgangsstufe erweitert. Folgende Lehrstoffbereiche sind in Abstimmung mit dem Curriculum dieser Schulstufe in MRM Version 2.0 enthalten: Grundrechenarten und natürliche Zahlen (inkl. Runden), Größen und Einheiten, Fläche und Umfang von Rechteck und Quadrat, einfache Terme und Gleichungen und Ganze Zahlen (für das Gymnasium) sowie Brüche (für die Hauptschule). Abbildung 3 zeigt einige Beispiele für Oberflächen aus dem Programm. Oben genannte Lehrinhalte werden in drei grundlegenden Aufgabentypen bearbeitet und vorgegeben (prozentuale Häufigkeit in Klammern): Textaufgaben (40%), Rechenaufgaben (40%) und Aufgaben zur Orientierung im Zahlenraum (20%). Dabei werden jeweils 8 Aufgaben eines Bereiches zu einem Paket zusammengefasst vorgegeben.



Abbildung 3: Beispiele für Oberflächen aus MRM 2.0

Die SchülerInnen haben bei jeder Aufgabe zwei Lösungsversuche und erhalten sofort nach jeder Aufgabe Rückmeldung. Am Ende jedes Pakets erscheint (bei mehr als 50% richtig gelösten Paketen) eine Art „Adventskalender“, hinter dessen Türchen sich eine Belohnung (in Form eines kurzen Videos oder eines Witzes) befindet. An der unteren Bildschirmoberfläche wird in Form eines Balkens die Anzahl richtig und falsch gelöster Aufgaben innerhalb eines Pakets grafisch dargestellt. Im Administrationsmenü können Einstiegs-Kompetenzstufe (näheres dazu weiter unten) und Benutzername eingegeben werden, sowie bestimmte Aufgaben (z.B. Aufgaben zum Lehrstoffbereich „Ganze Zahlen“ für HauptschülerInnen) gesperrt werden. Im Menü kann zudem eine Protokollfunktion aufgerufen werden, so dass wahlweise ein Tagesprotokoll (detaillierte Auflistung der bearbeiteten Aufgaben) oder ein Gesamtprotokoll (zusammengefasste Leistungen über mehrere Sitzungen hinweg) ausgegeben wird.

Theoretische Grundlage von MRM ist die Dekomposition von komplexen Fertigkeiten (Anderson, Reder & Simon, 2000; Anderson & Lebiere, 2003) die in Studien mit „kognitiven Tutoren“ der Arbeitsgruppe um Anderson erfolgreich umgesetzt wurde (z.B. Koedinger, Anderson, Hadley, & Mark, 1997). Demnach setzen sich komplexere Fertigkeiten aus Teilfertigkeiten zusammen, die auch einzeln übbar sind. Die Aufgabenauswahl bei MRM 2.0 erfolgt anhand einer Kompetenzstufenhierarchie (Schoppek, subm.), auf der die unterschiedlichen Aufgabentypen (Knoten) in aufsteigender Schwierigkeit angeordnet sind. Die erfolgreiche Bearbeitung bestimmter Knoten ist dabei Voraussetzung für die Bearbeitung darüber liegender Knoten. Überlegungen zu Lernstufen wurden bereits von Gagné (1962) angestellt sowie im Zuge der Wissensraumtheorie (Doignon & Falgagne, 1985; Heller, Steiner, Hockemeyer & Albert, 2006; Korossy, 1997) wieder aufgegriffen. Das Kompetenzstufenmodell für die 5. Jahrgangsstufe ist in Abbildung 4 im schematischen Überblick ersichtlich. Dieses wurde unter inhaltlichen und didaktischen Gesichtspunkten und auf Basis empirischer Befunde (Tulis & Schoppek, 2006) aufgestellt.

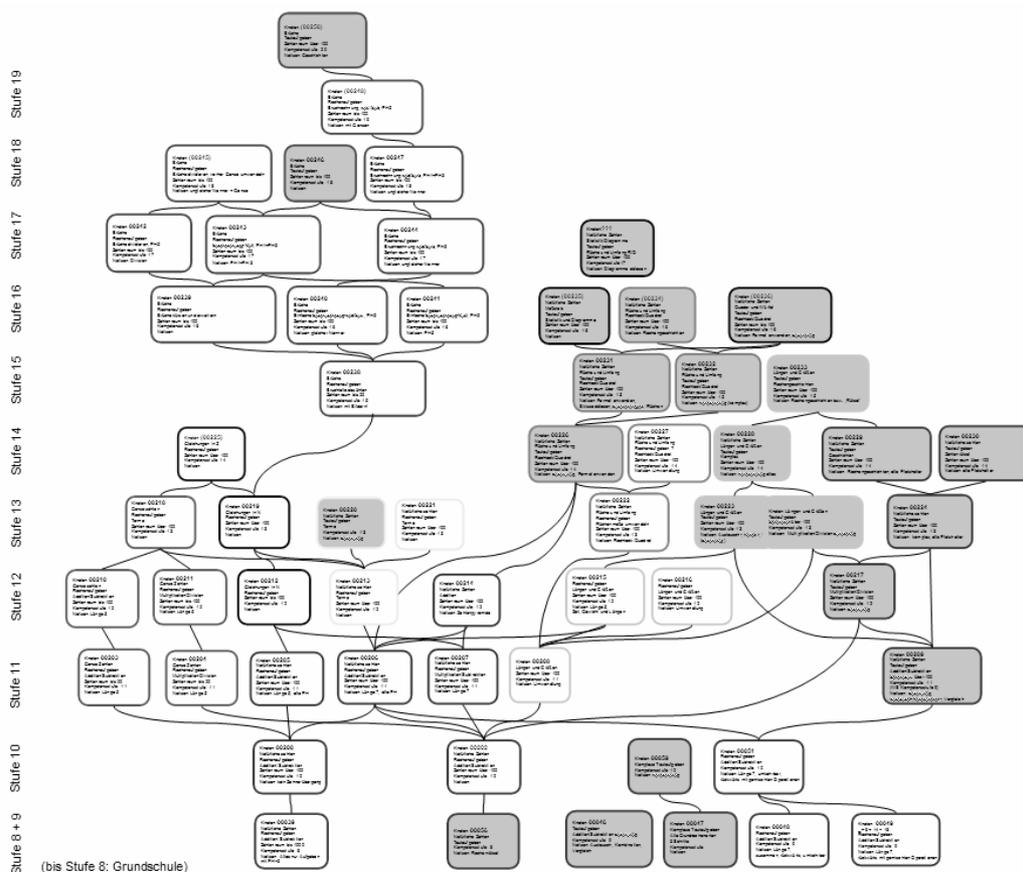


Abbildung 4: Kompetenzhierarchie für Jahrgangsstufe 5

MRM 2.0 ist als Ergänzung zum Unterricht und zur Festigung und Übung bereits erlernter Inhalte gedacht. Die im Zuge der blended-media-Forschung zur Wirksamkeit computerbasierter Lernumgebungen als relevant erachteten Kriterien (Passung zwischen Anforderung/Gestaltung und Zielgruppe), wurden bei den Überlegungen zum Einsatz von MRM 2.0 berücksichtigt (vgl. Mayer, 1997). Der einfachen Handhabbarkeit des Programms für 10-11 jährige SchülerInnen wurde ebenso Augenmerk gewidmet, wie dem für ein Lernprogramm angemessenes Layout (vgl. Kapitel 2.1).

Um eine Adaptation der Aufgabenschwierigkeiten an den Leistungsstand des Lernenden zu gewährleisten, setzt die Arbeit mit MRM 2.0 voraus, dass die SchülerInnen einzeln am PC üben. Die SchülerInnen melden sich am Beginn jeder Übungssitzung mit einem Benutzernamen an. Fortschritte werden fortlaufend über die einzelnen Sitzungen hinweg gespeichert und für die Aufgabenauswahl herangezogen.

Ein pädagogischer Agent namens „Merlin“ führt den Schüler/die Schülerin durch das Programm. Pädagogische Agenten sollen den Lernenden motivieren (z.B. Craig et al., 2002) und den Lernprozess anregen, indem sie Feedback anbieten, Informationen vermitteln bzw. mit dem Lernenden interagieren (vgl. Johnson et al., 2000). Atkinson (2002) konnte die lernförderliche Wirkung eines pädagogischen Agenten (vor allem durch dessen Hilfestellungen und Lenkung der Aufmerksamkeit auf relevante Beispielausschnitte mathematischer Textaufgaben) in zwei Experimenten nachweisen. In einer experimentellen Untersuchung mit Studierenden (Domagk, 2008) wurde ein Zusammenhang zwischen Sympathie des pädagogischen Agenten und (geringerer) Misserfolgsbefürchtung sowie Motivation der Lernenden gefunden, allerdings konnte kein genereller Effekt auf Motivation oder Lernerfolg beim Vergleich „Lernumgebung mit/ohne pädagogischen Agenten“ gefunden werden.

Merlin ist ein Zauberer (MS Office Hilfeassistent), der ständig auf dem Bildschirm sichtbar ist, aber auch kurzfristig „weggeklickt“ werden kann. Er wird aktiv, wenn er Feedback zur Aufgabenlösung gibt bzw. einen Lösungsweg vorzeigt. Dabei führt Merlin verschiedene Aktionen aus, wie fliegen, in einem Buch blättern, in eine Glaskugel sehen, seinen Zauberstab bewegen, einen Pokal überreichen, an den Bildschirm klopfen, zeigen oder nicken. Wenn er nicht in Aktion ist, blinzelt er, bewegt sich, schaut in die Luft oder (bei längerer Inaktivität des Lernenden) schläft. Merlin kommuniziert über Sprechblasen. Zu Beginn der ersten Übungssitzung stellt Merlin sich selbst und seine Rolle im Programm vor. Werden Aufgabenpakete richtig gelöst, drückt er Freude aus und gratuliert dem Lernenden.

Vergleichbar mit der von Sales (1993) vorgenommenen Unterscheidung verschiedener Funktionen von Feedback in computergestützten Lern- und Übungsprogrammen gibt „Merlin“...

- direkte Anweisungen (z.B. gewisse Schritte oder Tasten zu betätigen)
- Information über Richtigkeit der Antwort („Richtig“, „Stimmt“, „Prima“, „Ausgezeichnet“, bzw. „Falsch“ „Du hast falsch gerechnet“, „Stimmt nicht“ oder „Das stimmt so nicht ganz“)
- (eingeschränkt) ergänzende Erklärungen nach einer Falsch-Rückmeldung bei Textaufgaben („Die Zahl ist richtig, aber das Wort ist falsch“)
- nach dem 2. (gescheiterten) Versuch einen Lösungsweg an („Schau dir die richtige Lösung an“)
- nach Aufgabenpaketen mit mehr als 50% fehlerhaften Lösungen im 2. Versuch die Rückmeldung „Du hast zu viel falsch gerechnet. Streng dich beim nächsten Mal mehr an!“

Zudem zielt die Gestaltung von MRM 2.0 darauf ab, folgende Funktionen zu erfüllen:

- Motivationsförderung und Feedback zum Lernfortschritt mittels grafischer Balken zur Darstellung der Leistungsverbesserung (vgl. „skill-bars“ von Koedinger & Aleven, 2007)
- Stimulation (z.B. Aufforderung nach einer längeren Inaktivität des Lerners zur Eingabe der Antwort)
- Kumulative Zusammenfassung bzw. Protokollierung der Leistungsergebnisse

In der Version 2.0 von MRM verfügte Merlin nicht über tutorielle Eigenschaften, d.h. seine Kommentare und Rückmeldungen in der Sprechblase variierten nicht im Zusammenhang mit spezifischen Fehlerarten. In der nachfolgenden Version (nicht Bestandteil dieser Arbeit) wurde die Feedbackfunktion weiterentwickelt: Dabei wurden personalisierte Aufgabenmerkmale (durch Abfrage von Namen von Freunden und Geschwister, Interessen und Hobbies, Lieblingsfarben und -speisen bzw. -getränke) sowie fehlerspezifische Hilfestellungen in das Programm integriert (siehe Kapitel 7).

Auch wenn nach der Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (2000) die Autonomie der SchülerInnen, z.B. selbst auszuwählen als besonders motivationsfördernd gilt, vermitteln bisherige Studien ein inkonsistentes Bild: Assor, Kaplan und Roth (2002) fanden beispielsweise eine positive Wirkung (wobei die Verdeutlichung der Relevanz der Lerninhalte bedeutsamer war als die Bereitstellung von Wahlmöglichkeiten). In einer Metaanalyse von 41 Studien zum Einfluss von Wahlmöglichkeiten auf intrinsische Motivation

fanden Patall, Cooper & Robinson (2008) eine mittlere Effektstärke von 0.36 (und vergleichbare Effekte auf die unmittelbare Leistung). In einigen Studien fanden sich keine Effekte: Zu umfangreiche bzw. komplexe Auswahlalternativen gingen zu Lasten kognitiver Ressourcen (Sweller, 1988). Reeve, Nix und Hamm (2003) fanden keine Effekte auf intrinsische Motivation. Es ist allerdings anzunehmen, dass altersspezifische Unterschiede bestehen bzw. jüngere Kinder mit einer zu großen Zahl an Auswahlalternativen überfordert sein könnten (vgl. Bereby-Meyer, 2004). In einer experimentellen Untersuchung mit SchülerInnen der 3. Klasse wurde deutlich, dass Kinder dieser Altersstufe dazu neigen, Textaufgaben zu meiden und zu einfache Rechenaufgaben auszuwählen (Schoppek, *subm.*). Auch Monnerjahn (1992) empfiehlt nach Erkenntnissen einer eigenen Studie, leichte Aufgaben ab einem bestimmten Kompetenzgrad zu sperren, wenn die Schwierigkeitsstufe von den SchülerInnen selbst angepasst werden kann. Deci (1972) wies nach, dass Lernende (zu) einfache Aufgaben wählen, um die eigene Erfolgswahrscheinlichkeit zu erhöhen. Die genannten Befunde dürften auch noch bei 10-11 Jährigen eine Rolle spielen. Darüber hinaus erzielen Lernende mit wenig Vorerfahrungen bessere Lernergebnisse, wenn ihnen nur begrenzte Wahlmöglichkeiten offen stehen (Shin, Schallert, & Savenye, 1994) und diese einfach strukturiert gestaltet sind (Schnotz, 2001; Leutner, 2002).

2.3 Zusammenfassung

Auch wenn die Computerausstattung an deutschen und österreichischen Schulen mittlerweile sehr gut ist, wird das Medium im Unterricht zu selten genutzt. Es existieren wenige Evaluationsstudien im schulischen Feld - die Frage nach praktikablen und effektiven Einsatzmöglichkeiten *im Unterricht* sowie möglichen Novitätseffekten ist nicht ausreichend geklärt, auch wenn experimentell die Wirksamkeit computergestützter Unterweisung nachgewiesen ist. Der Einsatz geeigneter Computerprogramme im Mathematikunterricht ermöglicht individualisiertes Lernen und Üben und stellt somit eine ideale Ergänzung im Mathematikunterricht dar.

Die wesentlichsten Vorteile liegen in der unmittelbaren Rückmeldung und der *aktiven* Aufgabenbearbeitung *aller* SchülerInnen. Adaptive Mathematikprogramme für die 5. Jahrgangsstufe können dazu beitragen individuelle Defizite nach dem Übergang von der Grundschule auszugleichen. Allerdings mangelt es an derartiger Lern- und Übungssoftware für diese Altersstufe. Das an der Universität Bayreuth entwickelte Computerprogramm *Merlins Rechenmühle* (MRM 2.0) soll diese Lücke zu schließen.

3 Emotionen im schulischen Kontext

„Wer denken will, muss fühlen.“
(Kast, 2007, S.17)

3.1 Struktur, Bedingungen, Konsequenzen akademischer Emotionen

Die bisherige Lernforschung weist (mit Ausnahme der Prüfungsangst) Defizite bei der Analyse emotionaler Faktoren (vgl. Friedrich & Mandl, 1997; Kleine & Schmitz, 1999; Pekrun & Frese, 1992; Pekrun & Schiefele, 1996; Schmitz & Wiese, 1999) auf. Erst in den letzten fünfzehn Jahren wurden weitere Emotionen als relevant erkannt und im schulischen Kontext gezielt untersucht.

Unter Lern- und Leistungsemotionen (*academic emotions*) sind nach Pekrun, Götz, Titz und Perry (2002) jene Emotionen zu verstehen, die in Zusammenhang mit Lernen, Unterricht und Leistungssituationen auftreten. In vorliegender Arbeit stehen konkrete, distinkte Emotionen (im Gegensatz zu eher diffusen und länger andauernden Stimmungen (Abele, 1996; Schwarz & Clore, 1996) im Vordergrund. In der Regel variieren Emotionen stärker in ihrer Intensität, können sich innerhalb kurzer Zeit ändern (vgl. Gellert, 1998; Goldin, 2003) und sind auf ein spezifisches Objekt gerichtet (Bless, 1997; Frijda, 1993; Lazarus, 1991). Linnenbrink (2006) und Forgas (2001) verwenden den Begriff *Affekt* als Oberbegriff für *Emotion* und *Stimmung*, in dieser Arbeit werden die Bezeichnungen Affekt, Emotion und Gefühl aus Gründen der Einfachheit synonym verwendet.

3.1.1 Strukturelle Besonderheiten

Dynamische, systemtheoretische Ansätze scheinen dem komplexen Gefüge von Emotion, Kognition und Motivation im schulischen Kontext am besten Rechnung zu tragen (Op't Eynde & Turner, 2006). Dabei werden Einflüsse aus dem sozialen Kontext (LehrerInnen, MitschülerInnen) ebenso berücksichtigt, wie schülerspezifische Traits (z.B. Selbstkonzept oder Zielorientierungen), States (z.B. tätigkeitsbezogene Emotionen oder aktuelle Einschätzungen der Aufgabenschwierigkeit) und Prozesse (z.B. selbstreguliertes Lernen, Problemlösen).

Affekte und emotionale Reaktionen sind nicht nur fachspezifisch zu betrachten, sondern auch kontextabhängig: So kann ein Schüler oder eine Schülerin selbstsicher in Algebra, aber nicht in Geometrie sein - allein vorwiegend positive Emotionen erleben, nicht aber im

Klassenkontext. Ein Schüler, der im Mathematikunterricht überwiegend gelangweilt ist, kann bei neuen, herausfordernden Aufgaben Interesse zeigen. Aus diesen Beispielen werden die wesentlichen Kriterien bei der Analyse und empirischen Untersuchung akademischer Emotionen deutlich, die in den nachfolgenden Abschnitten näher betrachtet werden:

- Definition und Abgrenzung von Stimmungen und Einstellungen
- Besonderheiten im Vergleich zu nicht-akademischen Emotionen
- Unterscheidung zwischen allgemeinen, stabilen emotionalen Traits und situations- oder auch prozessbezogenen State-Emotionen
- Fach- bzw. Domänenspezifität
- Kontext- bzw. Situationsabhängigkeit

Vor allem in der mathematik-didaktischen Fachliteratur (vgl. Literaturrecherche von McLeod, 1994; Tsatsaroni, Lerman & Xu, 2003) werden die Begriffe Einstellung, Stimmung, Emotion und Affekt nicht ausreichend differenziert. Aus psychologischer Sicht beinhalten Einstellungen zwar eine emotionale Komponente (vgl. Hart, 1989), sind aber als eigenständiges Konstrukt mit eigener Forschungstradition zu betrachten.

McLeod (1988, 1992) versteht unter Einstellungen positive oder negative Gefühle geringer Intensität aber relativer Stabilität, welche aus der Automatisierung sich wiederholender affektiver Reaktionen gegenüber der Mathematik entstehen. In der weitgehend etablierten Vier- (manchmal auch Fünf-) Komponentendefinition von Emotionen (vgl. Pekrun & Hoffmann, 1999; Scherer, 1984) werden zwischen *affektiven*, *kognitiven*, *motivationalen* und *physiologischen* (sowie *expressiven*) Bestandteilen unterschieden. Die affektive Komponente entspricht dabei dem subjektiven „Gefühlskern“, während in motivationaler Hinsicht Emotionen als Auslöser von Handlungswünschen oder -absichten (Heckhausen, 1989; Pekrun, 1988) fungieren. Welche spezifische Emotion eine Person erlebt, hängt entscheidend davon ab, wie ein Ereignis bewertet wird und welche Bedeutung die Person dem Ereignis zuschreibt (Lazarus, 1991). So fassen Hasselhorn und Gold (2006) die Definition von Emotionen wie folgt zusammen:

„Unter Emotionen werden komplexe Muster körperlicher und mentaler Veränderungen verstanden, die physiologische Erregungen, Gefühle, kognitive Prozesse und Reaktionen im Verhalten als Antworten auf eine subjektiv bedeutsame Situation umfassen.“

Die kognitive Bewertung (*appraisal*) und Interpretation der spezifischen Situation und deren Konsequenzen sowie deren subjektive Bedeutsamkeit spielen insbesondere für Emotionen im schulischen Kontext eine zentrale Rolle (Paris & Turner, 1994), weil diese mehr kulturell als evolutionär bedingt sind (Pekrun, 2008). „Im Lern- und Leistungsbereich scheinen vor allem kognitive Modi der Emotionsentstehung und deren Habitualisierung bedeutsam zu sein“ (Pekrun & Jerusalem, 1996, S. 10).

Sogenannte „Appraisal Theorien“ (für einen umfassenden Überblick siehe Scherer, Schorr & Johnstone, 2001) können zur Erklärung emotionaler bzw. motivationaler Aspekte bei schulischem Lernen herangezogen werden (vgl. Ellsworth & Scherer, 2003). In Lernsituationen bewerten die SchülerInnen die Situation zunächst nach ihrer Vertrautheit (vs. neue Herausforderung) (vgl. Efklides, 2001; Fredrickson, 2001; Pekrun et al., 2002) sowie Relevanz (vgl. Volet, 2001). Diese primären Einschätzungen werden von den situativen Bedingungen der Lernumgebung beeinflusst (Straka & Macke, 2004; Wosnitza, 2004). Umgekehrt wirkt sich das emotionale Erleben auf den weiteren Bewertungsprozess aus, sodass *appraisals* sowohl als Ursache, aber auch als Bestandteil oder Folge von Emotionen angesehen werden können (vgl. Roseman & Smith, 2001; Lewis, 2001). Kognitive Bewertungsprozesse können dabei auf unterschiedlichen Ebenen der Informationsverarbeitung stattfinden und demnach auch automatische, zum Teil unbewusste Vorgänge beinhalten (vgl. Scherer, 2001; Brosch & Scherer, 2009).

Annahmen über die zentrale Rolle kognitiver Bewertungen bei der Entstehung von Emotionen werden durch Befunde der Emotionsregulationsforschung gestützt, die zeigen, dass Änderungen in der Bewertung einer Situation die Intensität der emotionalen Reaktion nachhaltig beeinflussen (vgl. Gross, 1998, 2002; Siemer, Mauss & Gross, 2007, S. 598).

Im Leistungsbereich sind das Erleben und die Bewertung von Erfolg und Misserfolg zentral: Positive Leistungsergebnisse führen zum Erleben von Freude oder Stolz - negative Leistungsergebnisse bewirken Scham, Trauer oder Angst (Elliot & Dweck, 1988, 2005; Heckhausen, 1984). Dabei haben Attributionen für Erfolg und Misserfolg (Weiner, 1985) wesentlichen Einfluss auf die Entstehung bestimmter Emotionen, direkt ausgelöste positive wie negative Emotionen (z.B. Freude oder Traurigkeit als ereignisabhängige bzw. attributionsunabhängige Emotionen) und indirekt über den Weg der Attributionen. Nach Weiner (1985) sind demnach spezifische emotionale Reaktionen von den Ergebnissen einer Handlung (Misserfolg, Erfolg), den Ursachenzuschreibungen und kognitiven Bewertungsprozessen abhängig. Die zunächst unspezifischen, allgemein positiven oder negativen Emotionen aufgrund der Bewertung eines Handlungsergebnisses werden durch

Kausalattributionen spezifiziert (Stolz, Scham oder Ärger) (vgl. „second appraisal“ nach Lazarus, 1968; Zweikomponententheorie nach Schachter, 1964). Diese Auffassung wird auch in aktuellen Publikationen (z.B. Zinck & Newen, 2008) von neurobiologischen Befunden gestützt.

Weiters spielt in Lern- und Leistungssituationen die Bedeutung von Zielen bei der Auslösung von Emotionen eine Rolle (Carver, Lawrence & Scheier, 1996; Higgins, Shah & Friedman, 1997). Diskrete Emotionen gehen mit unterschiedlichen Zielen und Handlungstendenzen einher (Roseman, Wiest & Swartz, 1994). Attributionen und Ziele sollen in Kap. 3.2.4 näher betrachtet werden.

In einer Unterscheidung von Pekrun & Jerusalem (1996) werden lern- und leistungsrelevante Emotionen nach zunächst zwei Dimensionen und deren zeitlichem Bezug klassifiziert (siehe auch Pekrun, 1998; Pekrun & Hofmann, 1999):

Bezugsrahmen	Valenz
a) aufgabenbezogene Emotionen (prozessbezogen, pro- oder retrospektiv)	a) positive Emotionen
b) soziale Emotionen	b) negative Emotionen

Tabelle 1: Unterscheidung von Emotionen nach Bezugsrahmen und Valenz

Dabei differenzieren die Autoren (vgl. auch Pekrun, 1998) zwischen positiv aktivierenden (wie etwa Lernfreude oder Stolz), positiv deaktivierenden (z.B. Erleichterung), negativ aktivierenden (unter Umständen Angst oder Ärger) und negativ deaktivierenden Emotionen, wie etwa Langeweile (vgl. Götz, 2004; Titz, 2000). Die Unterscheidung der drei Emotionsdimensionen Valenz, Intensität (also wahrgenommene Stärke und Dauer) und Aktivierung (vs. Deaktivierung) geht auf Wundt (1896) bzw. Woodworth (1938) zurück (vgl. Izard, 1981, S. 45; Mees & Schmitt, 2003). Negativ deaktivierenden Emotionen werden in der Regel negative Folgen zugeschrieben, positiv aktivierenden positive Konsequenzen (vgl. Bundschuh, 1998). Bei beiden anderen Gruppierungen sind ambivalente Wirkungen in Abhängigkeit von motivationalen und weiteren Faktoren denkbar (Pekrun, 1992). So kann beispielsweise Ärger sowohl zu vermehrter als auch verminderter Anstrengung führen. Es ist anzunehmen, dass situationale sowie personale Faktoren für die Auswirkungen negativ-aktivierender bzw. positiv-deaktivierender Emotionen eine Rolle spielen.

Eine wesentliche Unterscheidung betrifft *State-* bzw. *Trait-*Emotionen (vgl. Ulich & Mayring, 1992). „Affektive Traits“ (vgl. Rosenberg, 1998) beziehen sich auf emotionale Dispositionen und Reaktionstendenzen einer Person (habituelle Emotionen), während State-Emotionen in spezifischen Situationen auftreten und aktuelle Zustände darstellen (Krapp & Weidenmann, 2001, S. 214). Emotionen als situativ schwankende und rasch wechselnde Gefühlszustände sind also als States zu verstehen, die „einen wichtigen Beitrag zum Motivationsgeschehen leisten, da sie dem Organismus anzeigen, ob der Fortgang einer Handlung glatt oder stockend ist, ob er gefördert oder unterbrochen wird [oder] ob sich unerwartete Schwierigkeiten in den Weg stellen [...]“ (Heckhausen & Heckhausen, 2006). Prozessbezogene Freude am Lernstoff stellt beispielsweise eine entscheidende Grundlage intrinsischer Lernmotivation dar (vgl. Schiefele, 1991; Pekrun, 1992, 1993).

Im Bereich der Angstforschung wurden Fragebögen entwickelt, die dem State-Trait-Konzept entsprechen, wie etwa das State-Trait-Angstinventar (STAI, Spielberger, Gorsuch & Lushene, 1970; deutsche Version von Laux, Glanzmann, Schaffner & Spielberger, 1981). Weitere Beispiele sind das State-Trait-Ärgerausdrucks-Inventar (STAXI, Spielberger, 1988, deutsche Version von Schwenkmezger & Hodapp, 1992) oder der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (Steyer, Schwenkmezger, Notz & Eid, 1997). Metaanalysen von Hembree (1990) oder Seipp & Schwarzer (1991) zeigten, dass *Trait-* und *State-*Emotionen ähnlich hoch mit Leistung korrelieren. In einer Studie von Laukenmann, Bleicher, Fuß, Gläser-Zikuda, Mayring & Von Rhöneck (2003) zeigten sich bei positiven Emotionen (hier: Interesse und Wohlbefinden) signifikant höhere Korrelationen zwischen der Leistung und den State-Variablen als im Vergleich zu den Trait-Variablen (mit Ausnahme der Angst, in der der umgekehrte Effekt der Fall war).

Es ist davon auszugehen, dass gehäuft negative Erfahrungen von SchülerInnen zur Entwicklung einer stabilen negativen Einstellung bzw. negativen Trait-Emotionen führen (vgl. DeBellis & Goldin, 2006; Hannula, 2002; McLeod, 1989), welche sich wiederum auf das aktuelle emotionale Empfinden in konkreten Situationen auswirken (Spielberger, 1975). Wegge und Neuhaus (2002) untersuchten Emotionen von Erwachsenen im Arbeitsumfeld und konnten dabei einen Einfluss dispositioneller Unterschiede (allgemeine positive bzw. negative Affektivität) auf das State-Erleben bei negativen - nicht jedoch bei positiven - Emotionen feststellen.

Auf der anderen Seite sind positive, aktivierende, tätigkeitsbezogene Emotionen nicht nur für die aktuelle Situation und Motivation als günstig zu erachten - sie beeinflussen auch zukünftiges Verhalten und rufen motivationale bzw. emotionale Reaktionen in ähnlichen Situationen hervor (vgl. Ainley, 2006; Sansone, Weir, Harpster & Morgan, 1992).

3.1.2 Ein Modell zur Entstehung schulischer Emotionen

Zur Entwicklung von Lern- und Leistungseemotionen wurde von Pekrun (2000) ein sozialkognitives Kontroll-Wert-Modell postuliert, das im Folgenden kurz dargestellt werden soll (vgl. Abb. 5). Dabei wirken sich Umweltfaktoren auf individuelle Kontroll- und Valenzbewertungen aus, welche wiederum Einfluss auf das emotionale Befinden der SchülerInnen ausüben. Das auf schulische Emotionen übertragene Erwartungs x Wert - Modell liefert eine Veranschaulichung des Zusammenwirkens situationaler und personaler Faktoren bei der Entstehung akademischer Emotionen. Es stellt somit vielmehr eine Zusammenschau unterschiedlicher Befunde zu einzelnen Annahmen dar und dient in vorliegender Arbeit als Ausgangspunkt in der Auseinandersetzung mit möglichen Bedingungsfaktoren schulischer Emotionen.

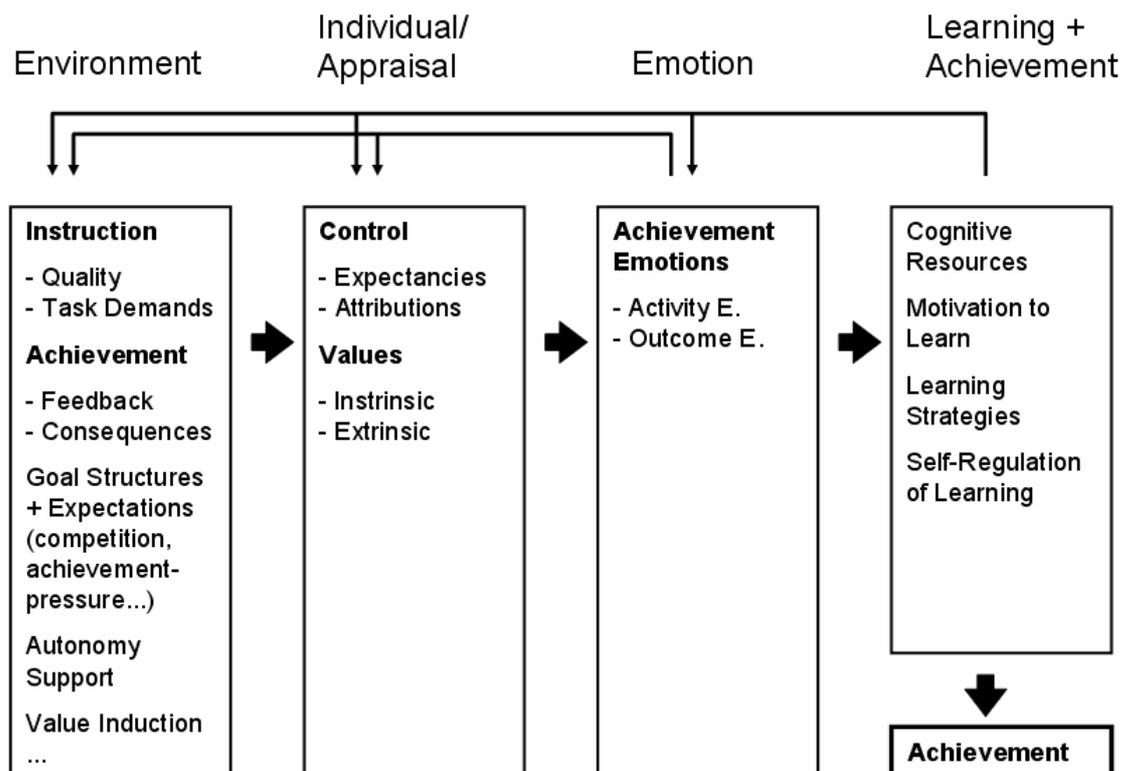


Abbildung 5: Sozialkognitives Modell der Entwicklung von Lern- und Leistungseemotionen (Pekrun, 2000, 2006)

Für Emotionen im schulischen Kontext spielen in diesem Modell vor allem folgende personale Faktoren eine bedeutsame Rolle (vgl. Götz et al., 2004; Pekrun, 1998):

(a) individuelle Kompetenzen (Vorwissen)

Diese stehen einerseits im Zusammenhang mit Unter- bzw. Überforderung - so ist zum Beispiel Lernfreude bei angemessener Herausforderung beobachtbar (Pekrun, 1998). Andererseits hängen Erfolgs- bzw. Misserfolgserlebnisse bzw. positive/ negative Emotionen vom individuellen Leistungsniveau ab.

(b) subjektive Kontrolle und Kausalattributionen (v.a. für prospektive und retrospektive Emotionen): Erfolg steigert subjektive Kontrollüberzeugungen (Selbstkonzept, Selbstwirksamkeit) und fördert positive Emotionen bzw. mindert negative Emotionen. Leistungserwartungen leistungsstarker SchülerInnen fallen positiver aus und führen zu positiven Emotionen.

(c) subjektive Ziele und Valenzen (Wichtigkeit/ Leistungsvalenz)

Die Bedeutsamkeit von Ereignissen bzw. Inhalten beeinflusst die Intensität der Emotionen.

Daneben sind nach dem Modell folgende Umweltfaktoren von Bedeutung:

(a) die Instruktionsqualität (vgl. Weinert & Helmke, 1997) und Komplexität

(b) die Autonomieunterstützung (bei leistungsstarken SchülerInnen stärker gegeben und fördert positive Emotionen)

(c) das Engagement der Lehrkraft bzw. das Verhältnis von Belohnung und Bestrafung

(d) die Bezugsnormorientierung (vgl. Rheinberg, 1982, 2006a)

(e) das Sozialklima

(f) die Erwartungen (d.h. der von SchülerInnen erlebte Leistungsdruck von LehrerInnen und Eltern)

(g) deren Leistungsbewertungen und Fähigkeitszuschreibungen

Die Bedeutsamkeit subjektiver Kontroll- und Wertschätzungen auf individueller Ebene für die Entstehung von Emotionen im Lern- und Leistungskontext konnte in Korrelationsstudien (z.B. Pekrun, Götz, Titz & Perry, 2002; Götz, Frenzel, Hall & Pekrun, 2008), aber auch unter experimentellen Bedingungen gezeigt werden (Lichtenfeld & Maier, 2008). Direkte Interventionen zur Veränderung subjektiver Einschätzungen, z.B. Reattributionstrainings (Dresel & Ziegler, 2006; Perry, Hall, & Ruthig, 2005; Robertson,

2000; Ziegler & Schober, 2001) können dazu beitragen, Emotionen und damit die Motivation von SchülerInnen positiv zu beeinflussen. Die Bedeutung der subjektiven Einstellung zu Fehlern für die Emotionen von SchülerInnen bleibt im Modell von Pekrun (1998) jedoch unberücksichtigt.

Die individuellen Kompetenz- und Valenzeinschätzungen werden wiederum von Emotionen beeinflusst: So können bestimmte Tätigkeiten höher bewertet und als bedeutsam eingeschätzt werden, weil sie vermehrt in der Vergangenheit mit positiven Emotionen einher gingen (vgl. Anderman & Wolters, 2006).

Zu berücksichtigen ist zudem die unmittelbare Referenzgruppe (Klasse), weil sich die einzelnen SchülerInnen im Leistungsspektrum der Klasse einordnen. Leistungsstarke SchülerInnen erleben mit höherer Wahrscheinlichkeit positive Emotionen (z.B. Stolz, Freude) - im unteren Leistungsniveau dominieren eher negative Emotionen (z.B. Scham oder Enttäuschung). Es ist anzunehmen, dass das Leistungsniveau auf Klassenebene - wie auch im sogenannten „Big-fish-little-pond-Effekt“ (z.B. Jerusalem & Schwarzer, 1991; Köller & Baumert, 2001; Marsh & Hau, 2003; Marsh et al., 2008; Valtin & Wagner, 2004) - einen Einfluss auf das individuelle Emotionserleben hat (vgl. Götz et al., 2004; Wagner, 1999; Hosenfeld, Helmke, Ridder & Schrader, 2001; Frenzel, Pekrun & Götz, 2007a). Die nach dem Schulübertritt entstandene Veränderung der relativen Leistungsposition in einer neuen Klasse führt dazu, dass am Beginn der 5. Jahrgangsstufe HauptschülerInnen ihre Fähigkeiten relativ günstiger und GymnasiastInnen diese relativ ungünstiger einschätzen. Dieser Effekt ist allerdings spätestens bis zum Ende des 6. Schuljahres wieder aufgehoben - oft weisen bereits am Ende der 5. Klasse GymnasiastInnen ein höheres (mathematisches) Selbstkonzept auf als HauptschülerInnen (z.B. Jerusalem, 1983). In einer längsschnittlichen Mehrebenenanalyse von Götz et al. (2004) führte die individuelle Leistung in der 5. Klasse zu Erhöhung des Freudeerlebens und zur Minderung des Angsterlebens in der 6. Klasse, während ein hohes Leistungsniveau der Klasse mit einer Verringerung individueller Freude und Steigerung individueller Angst einherging. Anders ausgedrückt: Je geringer die individuelle Leistung in der 5. Klasse und je höher die aggregierte Klassenleistung ist, desto stärker ist das Absinken der Freude von der 5. zur 6. Schulstufe. Analoge Effekte für Ärger und Angst fanden Frenzel, Pekrun und Götz (2007a). Frühere Untersuchungen von Csikszentmihalyi (1993) deuten bereits ebenfalls auf derartige Effekte hin und belegen Unterschiede in der Wahrnehmung des Klassenkontextes zwischen durchschnittlichen und begabten/kompetenten SchülerInnen. In unterschiedlichen Studien konnten schulformspezifische Unterschiede (unter Konstanthaltung der individuellen

Leistung) gefunden werden: HauptschülerInnen zeigen höhere Freudewerte als SchülerInnen aus dem Gymnasium (vgl. PISA, 2003; Götz et al., 2004).

Neben dem Leistungsniveau der Klasse haben zudem die Instruktionsqualität und -komplexität einen wesentlichen Einfluss auf das emotionale Erleben der SchülerInnen. So wurden beispielsweise in einer Studie von Meyer und Turner (2002) mehr positive Emotionen in Situationen angegeben, in denen die SchülerInnen ihren Fähigkeiten entsprechende, optimale Herausforderung empfanden (vgl. flow-Erleben (Csikszentmihalyi, 1993), siehe Kapitel 3.2.4 dieser Arbeit). Die LehrerInnen dieser Klassen zeichneten sich dabei durch eine enthusiastische Grundhaltung aus und bemühten sich darum, das Interesse am Unterrichtsfach zu wecken und den SchülerInnen ein hohes Ausmaß an Autonomie zu gewähren. Eine von den SchülerInnen subjektiv höher eingeschätzte Unterrichtsqualität (Klarheit und Strukturiertheit) geht mit vermehrtem Freudeerleben und weniger Langeweile und Ärger einher (Frenzel, Pekrun & Götz, 2007a), während beispielsweise unstrukturiertes Unterrichtsmaterial, fehlendes Feedback und mangelnde Transparenz der Leistungsanforderungen Angst verursachen können (Saranson, 1984; Strittmatter, 1993).

Es sind demnach nicht nur individuelle Faktoren von Bedeutung, sondern auch die Sozialumwelt (vgl. Pekrun & Fend, 1991; Malmivuori, 2001; Ulich, Volland & Kienbaum, 1999) - die Lehrkraft und deren Unterrichtsgestaltung, aber auch Eltern und MitschülerInnen. Ein positives Klassenklima steht beispielsweise in Zusammenhang mit Freude und Wohlbefinden der SchülerInnen (Diener, 2000; Eder, 1996; Gläser-Zikuda & Fuß, 2004; Hascher, 2004). Pekrun (1992) fand einen positiven Zusammenhang zwischen erlebter Prüfungsangst und individuell wahrgenommenem Wettbewerb in der Klasse von der 5. bis 10. Jahrgangsstufe. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte bereits Helmke (1983) mit Klassen als Untersuchungseinheit. Der Wechsel von der Grundschule in die Sekundarstufe stellt dabei einen einschneidenden Bezugsgruppenwechsel dar. So müssen schulische Emotionen auch unter gruppenspezifischem Blickwinkel betrachtet werden (vgl. Evans, Morgan & Tsatsaroni, 2006).

3.1.3 Methoden zur Messung von SchülerInnen-Emotionen

Traditionell wurden (und werden) Emotionen in der Psychologie auf drei Arten erforscht (vgl. Otto, Euler & Mandl, 2000; Hogg & Vaughan, 1995; Linnenbrink, 2006; Leder & Forgasz, 2006; Mayring, 1992, Ulich & Mayring, 1992): (1) durch experimentelle Induktion (also künstliche Erzeugung) (2) durch unmittelbare Erfassung/Beobachtung in realen

Situationen oder (3) durch retrospektive Erhebungen mittels Tagebüchern, Emotionswörterlisten (z.B. PANAS von Watson, Clark & Tellegen, 1988), Interviews oder Fragebögen. Darüber hinaus wurden projektive Verfahren (Geschichten, Bilder) und physiologische Messungen herangezogen oder das emotionale Ausdrucksverhalten erfasst (vgl. Ekman, 1988, 2004; Ekman & Friesen, 1978).

Zur Messung von Emotionen in Lern- und Leistungssituationen wurden bisher unterschiedliche Ansätze angewandt (vgl. Götz, Zirngibl, Pekrun & Hall, 2003). In explorativen Untersuchungen wurden Emotionen vorwiegend retrospektiv durch (halbstrukturierte oder offene) Interviews erhoben (Gläser-Zikuda & Mayring, 2003; Pekrun, 1992). Auch bei der Entwicklung des TEQ (Test Emotions Questionnaire (Pekrun, Götz, Perry, Kramer, Hochstadt & Molfenter, 2004) bildeten videogestützte Interviews die Grundlage. Helmke (1993) entwickelte im Rahmen der LOGIK-Studie ein sogenanntes „Affektmeter“ mit schematischen Darstellungen von fünf Gesichtern mit unterschiedlichem affektivem Gesichtsausdruck zur Erfassung der Lernfreude. In handlungsnahen Untersuchungsansätzen kamen Beobachtungen oder Tagebuchmethoden (Hascher, 2004; Gläser-Zikuda & Mayring, 2003; im Hochschulbereich: vgl. Hofmann, 1997) zum Einsatz. In fallbasierten oder qualitativen Studien zu Emotionen beim mathematischen Problemlösen wurde die Methode des lauten Denkens (vgl. Op't Eynde, DeCorte & Verschaffel, 2001) verwendet oder videobasierte Interviews durchgeführt (z.B. Prawat & Anderson, 1994). Während des Lernvorgangs wurden auch Videoaufnahmen erstellt (z.B. Prawat & Anderson, 1994). Eine im Lernkontext noch nicht eingesetzte Methode ist die Analyse des Gesichtsausdrucks (vgl. FACS, Ekman & Friesen, 1978; Ekman, 2004).

Dennoch wurden in vielen Studien (siehe Kap. 3.2.2) ausschließlich Fragebögen (z.B. Münchner Skalen zu Mathematikemotionen, PALMA; AEQ, Pekrun et al., 2002 oder Prüfungsangstskalen) eingesetzt.

Das ist allerdings mit einigen Nachteilen verbunden. Zum einen bleibt offen, inwieweit die Antworten der Versuchspersonen allein durch die Darbietung von emotional getönten Aussagen beeinflusst werden (vgl. Schutz, Hong, Cross & Osbon, 2006; Titz, 2001; Krampen, Hense & Schneider, 1992). Zum anderen besteht die Gefahr, dass lediglich „implizite Theorien“ der SchülerInnen über Emotionen anstelle tatsächlich erlebter Emotionen erfasst werden (vgl. Götz, Zirngibl, Pekrun & Hall, 2003). Zum anderen können sprachliche Darstellungen unterschiedlich interpretiert und nur auf „bewusst verbalisiertem Niveau“ erfasst werden. Geringe Korrelationen zwischen projektiven Verfahren und Fragebögen zum Leistungsmotiv (McClelland, Koestner & Weinberger, 1989;

siehe Schultheiss & Brunstein, 2005) geben Hinweise auf diese Problematik. Es ist unklar, ob SchülerInnen ihre Emotionen verbalisieren können. Durch Vorgabe schematischer Gesichter mit unterschiedlichem affektivem Ausdruck (vgl. Helmke, 1993) kann die sprachliche Umschreibung von Emotionen umgangen werden. Ainley, Corrigan & Richardson (2005) gaben den SchülerInnen ihrer Studie „face icons“ in Anlehnung an die grundlegenden Emotionen nach Izard (1977) (Traurigkeit, Interesse, Scham, Schuld, Ärger, Überraschung, Freude, Angst, Langeweile und Ekel) sowie eine neutrale Alternative vor, die hinsichtlich ihrer Intensität einzuschätzen waren.

Eine generelle Problematik bei Fragebögen und insbesondere bei der Erhebung emotionalen Befindens ist in bestimmten Antworttendenzen zu sehen. Verzerrungen durch soziale Erwünschtheit oder Tendenz zur Mitte können nur schwer kontrolliert werden. Neurophysiologische Verfahren, die objektive Messergebnisse liefern, sind allerdings zur Untersuchung schulischer Emotionen nur begrenzt anwendbar (Spangler, 1997).

Problematisch ist prinzipiell auch die retrospektive Erfassung von Emotionen, da die Angaben unvollständig oder verzerrt sein können. Hier wird häufig auf die „stimulated recall“-Methode zurückgegriffen, in der Videoaufnahmen ausgewählter Episoden als Erinnerungsstimuli fungieren (Op't Eynde et al., 2001).

Retrospektiv erfasste Angaben in Fragebögen ermöglichen keine „Echtzeit“-Einblicke in emotionale Prozesse. Deshalb wurde in einigen Studien das emotionale Erleben *unmittelbar vor* und *nach* dem Lernprozess bzw. Unterricht erfasst (z.B. Boekaerts, 1997; Schweinle, Turner & Meyer, 2002), als auch *währenddessen* (z.B. Op't Eynde, DeCorte & Verschaffel, 2001; Seifried & Klüber, 2006). Bei der Messung von *prozessbezogenen* (State) Emotionen ist es erforderlich, kurze Items unmittelbar nach oder besser während der betreffenden Situation vorzugeben. Neuere Ansätze gehen nach der „experience-sampling“-Methode vor, indem mittels Pager (z.B. Csikszentmihalyi, Rathunde & Whalen, 1993; Shernoff et al., 2003), Palmtop Computer (z.B. Minor, Glomb & Hulin, 2001; Goetz, Frenzel, Stoeger & Hall, in press; Wuttke, 2000) oder Mobiltelefonen per SMS (z.B. Forgasz & Leder, 2005) die Versuchspersonen über den Tag verteilt aufgefordert werden, ihr Befinden anzugeben (vgl. Boekaerts, 2002; Volet, 1997; Krapp, 2005; Meyer & Turner, 2002). Dies gewährt zwar einen unmittelbaren Zugang zu den Emotionen während des Lernprozesses, es kommt dadurch allerdings auch zu einer oft nicht unerheblichen Unterbrechung. Instrumente zur Erfassung aktueller Emotionen sollten möglichst wenig interferieren.

Elektronische Kurzfragebögen (Wild & Krapp, 1996; Ainley et al., 2005) - in Computer-Lernprogrammen integriert - gewähren eine ökonomische Durchführung und geringe Störung im Lernprozess und ermöglichen die prozessbezogene Erfassung rasch wechselnder emotionaler Zustände, die beispielsweise beim mathematischen Problemlösen auftreten (Goldin, 2004).

Idealerweise sind Fragebogenerhebungen mit Beobachtungen und handlungsnahen Ansätzen zu ergänzen. Eine Kombination von qualitativen sowie quantitativen Methoden zur Erfassung emotionalen Erlebens wird in der Forschungsliteratur vielfach empfohlen bzw. gefordert (z.B. Meyer & Turner, 2002; Pekrun et al., 2002; Schutz & DeCuir, 2002). Gerade emotionale *Prozesse* sind zu berücksichtigen und in der bisherigen empirischen Forschung unterrepräsentiert (vgl. Pekrun, 2006). Prozessbezogene „on-line“ Erhebungsmethoden, experience sampling Verfahren oder videobasierte Interviews scheinen angemessene Techniken und Methoden zur Erfassung der fortlaufenden Interpretations- und Bewertungsprozesse im Rahmen emotionalen Erlebens zu sein (vgl. Boekaerts, 2002; Leder, 1999; Prawat & Anderson, 1994).

3.2 Emotionales Erleben im Fach Mathematik

Emotionen im Kontext Mathematik - ausgenommen Mathematikangst - wurden bisher kaum untersucht, und sind wie bereits erwähnt erst in den letzten Jahren zunehmend in Aufmerksamkeit gerückt (einen Überblick geben Leder & Forgasz, 2006). Fallberichte legen nahe, dass Unterricht und Aufgaben in Mathematik intensive Emotionen unterschiedlicher, negativer aber auch positiver Art, hervorrufen können (vgl. Hannula, Evans, Philippou & Zan, 2004; McLeod & Adams, 1989; Op `t Eynde et al., 2001) und je nach Unterrichtsfach unterschiedlich stark die Leistung der SchülerInnen beeinflussen. So sind beispielsweise Zusammenhänge zwischen Lernfreude und Schulleistung (in Form von Noten in Mathematik) über alle Klassenstufen hinweg höher als im Fach Deutsch (Jerusalem & Mittag, 1999). Die Domänenspezifität des Fähigkeitsselbstkonzepts (z.B. Rost & Sparfeldt, 2002) bzw. motivationaler Variablen ist durch viele Befunde belegt (Götz, 2004). Forschungsergebnisse in Bezug auf mathematikspezifische Emotionen, wie Freude oder Angst, deuten ebenfalls auf eine domänenspezifische Organisation hin (Everson et al., 1993; Lukesch, 1982; Marsh & Yeung, 1996; Helmke, 1993; Götz, 2004; Götz, Frenzel, Pekrun, Hall & Lüdtke, 2007; Möller & Köller, 2001; Bong, 2000).

In einer Literaturrecherche fand Götz (2004) lediglich neun Studien zur Lernfreude in Mathematik, zwei zu Ärger (Loos, 1981; Prawat & Anderson, 1994) und jeweils eine zu Langeweile (Mitchell, 1993), flow-Erleben (Heine, 1997) und Stolz (Stipek & Mason, 1987). Bis auf zwei Untersuchungen beziehen sich dabei alle auf Unterrichtssituationen und sind teilweise sehr stichprobenspezifisch - bei der Studie von Loos (1981) handelt es sich um eine Interventionsstudie mit „zurückgezogenen“ Kindern der 2. und 3. Klassenstufe. Heine (1997) legte einen Fokus auf hochbegabte SchülerInnen der 7. und 8. Klassenstufe. Von Mitchell (1993) wurde Langeweile gleichgesetzt mit Desinteresse und daher nicht direkt untersucht. McLeod (1994) fand etwa 100 Artikel zum Thema Affekte und Emotionen im *Journal for Research of Mathematics* (Zeitraum 1970-1994), wobei die untersuchten Variablen und Definitionen stark variieren. So zeigen sich auch bei den von Tsatsaroni et al. (2003) gefundenen Beiträgen (Papers aus „*Proceedings of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*“ Artikel aus „*Journal for Research in Mathematics Education*“ und „*Educational Studies in Mathematics*“ der vergangenen zwölf Jahre), dass Begriffe wie *attitudes*, *beliefs*, *emotion* oder *affect* vermischt und nicht ausreichend differenziert betrachtet wurden.

Im Folgenden werden die wesentlichsten Zusammenhänge und Auswirkungen akademischer Emotionen auf Motivation und Leistung dargestellt. Dabei werden in jedem Abschnitt empirische Befunde für unterschiedliche, im schulischen Kontext relevante Emotionen berichtet, die das Fach Mathematik oder vergleichbaren naturwissenschaftlichen Unterricht betreffen.

3.2.1 Emotionen von SchülerInnen im Laufe der Schulzeit

Über allgemeine Entwicklungsverläufe von akademischen Emotionen ist nach wie vor wenig bekannt. Belegt ist der Anstieg einer Aversion gegen die Schule im Allgemeinen (Fend, 1997) und von Prüfungsangst im Laufe der Grundschulzeit, wobei es ab der 5. Klasse zu keinen großen Niveauveränderungen mehr kommt.

Ärger ist eine häufig erlebte (Prawat & Anderson, 1994) und im Laufe der Schulzeit ebenfalls zunehmende Emotion im Fach Mathematik (Pekrun et al., 2004; Götz et al., 2004). Darüberhinaus berichten die Autoren über eine Verringerung der Selbstwirksamkeit und der selbstberichteten Lernanstrengung in Mathematik sowie der Wertschätzung des Faches (Pekrun et al. 2004, S. 358). Frühere Befunde mit SchülerInnen in den USA zeigen ein ähnliches Bild (z.B. Dossey, Mullis, Lindquist & Chambers, 1988; McLean, 1982; zitiert nach McLeod, 1992).

Auch wenn SchülerInnen das Fach Mathematik als anspruchsvolles und wichtiges Schulfach erachten (Gellert 1998; Lehmann, Peek, Gänsfuß, Lutkat, Mücke & Barth, 2000; Stanat & Kunter, 2004) spielt Langeweile im Laufe der Schulzeit eine nicht unbedeutende Rolle: Larson und Richards (1991) halten fest, dass sich SchülerInnen der 5.-9. Jahrgangsstufe 32% der gesamten Unterrichtszeit in der Schule langweilen (vgl. Shaw, Caldwell & Kleiber, 1996). In einer groß angelegten Studie von Holler-Nowitzki und Meier (1997) mit über 3500 SchülerInnen geben nur 15% der 11-17 Jährigen an, sich *nicht* im Unterricht zu langweilen. Ergebnisse aus den TIMS- und PISA-Studien bescheinigen ein abnehmendes Interesse an Mathematik (vgl. auch Lehmann & Peek, 2000, Doll & Prenzel, 2004). Auch Eccles, Wigfield und Schiefele (1998) belegen eine Abnahme des (ohnehin geringen) Mathematikinteresses von SchülerInnen im Laufe der Schulzeit.

In der in Kapitel 3.1.2 bereits beschriebenen Studie von Götz et al. (2004) konnte ein Absinken der Freude von der 5. zur 6. Schulstufe über alle Schulformen hinweg festgestellt werden, wobei das Leistungsniveau der Klasse eine wichtige Einflussgröße darstellte. Auch in früheren Untersuchungen (z.B. Helmke, 1992) zeigte sich eine Abnahme des Freudeerlebens. Jerusalem und Mittag (1999) berichten einen Rückgang der Lernfreude von der 7.-12. Jahrgangsstufe, der vor allem auf die mathematikbezogenen Lernfreudewerte der schlechten SchülerInnen zurückzuführen war.

3.2.2 Geschlechts- und schulformspezifische Unterschiede

Positive Emotionen

Ein zentrales Ergebnis zahlreicher Befunde für das Unterrichtsfach Mathematik lautet: Mädchen erleben weniger Lernfreude als Jungen (vgl. Helmke, 1993; Jerusalem & Mittag, 1999; Zirngibl, 2004; Frenzel et al., 2007a). Ergebnisse der zweiten PISA-Studie (2003) stützen diese Geschlechtsunterschiede zuungunsten der Mädchen im Fach Mathematik. Zudem weisen 15-jährige Jungen ein etwas höheres mathematisches Selbstkonzept auf als Mädchen, wobei letztere nicht nur ihre Fähigkeiten, sondern auch ihr Interesse geringer einschätzen. Positive Emotionen, wie etwa Freude und Interesse bzw. die allgemeine Motivation im Fach Mathematik (PISA, 2003) scheinen in der Hauptschule stärker ausgeprägt als im Gymnasium (siehe auch Götz et al., 2004), was ein möglicher Hinweis auf Unterschiede in den Rückmeldungs- und Unterrichtskulturen sein könnte. Im Gegensatz dazu berichten Kleine und Schmitz (1999) in Mathematik eine höhere positive Stimmung im Gymnasium (7. Klassenstufe) als in anderen Schulformen.

Frenzel, Pekrun und Götz (2007b) berichten, dass Mädchen - trotz gleich guter Mathematiknoten - weniger Stolz erleben als Jungen. Die Autoren führen dies auf das geringere mathematikspezifische Selbstkonzept und die mangelnde Fachvalenz bei weiblichen Schülerinnen zurück. Auch Stipek und Gralinski (1991) schildern geschlechtsspezifische Unterschiede bei Stolz nach Erfolg in Mathematik zuungunsten der Mädchen. In einer neueren Studie von Else-Quest, Hyde und Hejmadi (2008) zum emotionalen Befinden von 11-jährigen SchülerInnen bei der Bearbeitung von Mathematik-Hausaufgaben wurden keine Geschlechtsunterschiede gefunden.

Negative Emotionen

In Hinblick auf negative Emotionen scheinen Jungen weniger fachspezifische Angst zu haben als Mädchen (PISA, 2003). Analog belegen auch andere Studien diesen geschlechtsspezifischen Unterschied im Fach Mathematik (Catsambis, 1994; Frenzel et al., 2007a).

Für das Erleben von Angst als auch Langeweile in Mathematik scheint die Schulform (im Gegensatz zu anderen Schulfächern) kaum eine Rolle zu spielen (vgl. Götz, 2004 für den Vergleich zwischen Realschule und Gymnasium). Die Ergebnisse einer qualitativen Studie mit Haupt- und RealschülerInnen von Götz, Frenzel und Haag (2006) zu Ursachen schulischer Langeweile deuten darauf hin, dass spezifische Unterrichtsfächer auch nicht per se als langweilig erlebt werden (vgl. Fichten, 1993), sondern die Art der Unterrichtsgestaltung maßgeblich für das Langweilereleben der SchülerInnen ist. Darüber hinaus scheinen Unterrichtsinhalte und Aspekte der Lehrkraft, aber auch Verständnisprobleme der SchülerInnen für das Entstehen von Langeweile von Bedeutung zu sein (vgl. auch Holler-Nowitzki & Meier, 1997) - also weitgehend schulformunabhängige Faktoren. Für das Fach Mathematik fand Götz (2004) auch keine Geschlechtsunterschiede im Erleben von Langeweile.

3.2.3 Emotionen und ihr Einfluss auf die Leistung

Individuelle Leistungsunterschiede in Mathematik können nicht allein durch isolierte kognitive Unterschiede der SchülerInnen erklärt werden, sondern es müssen komplexe Interaktionen zwischen kognitiven, affektiven und motivationalen Faktoren in Betracht gezogen werden (Seegers & Boekaerts, 1993). Untersuchungen (z.B. Do & Schallert, 2004; Pekrun, 1992, 1998; Schutz & DeCuir, 2002) weisen auf eine Vielzahl positiver und negativer Emotionen von SchülerInnen in Prüfungs-, Unterrichts- und Lernsituationen hin. Diese unterschiedlichen Emotionen im Zusammenhang mit domänenspezifischer,

schulischer Leistung (mit Ausnahme der Prüfungsangstforschung) wurden allerdings erst seit kurzem empirisch analysiert. Dabei zeigen sich vorwiegend schwache bis mittlere Korrelationen zwischen emotionalen Faktoren und fachspezifischem schulischen Lernen bzw. Mathematikleistung (z.B. Schroeder, 1991; für die Fächer Physik und Deutsch: Mayring & Rhöneck, 2003).

Sowohl negative als auch positive Emotionen (mit Ausnahme von Freude am Lernen an sich) können kognitive Ressourcen beanspruchen (vgl. Pekrun, 2006). Zudem sind sie mit der Nutzung unterschiedlicher Lernstrategien in Beziehung zu setzen: In einer Untersuchung von Hofmann (1997) wurde beispielsweise ein positiver Zusammenhang zwischen Lernärgern und der Verwendung eher oberflächlicher Wiederholungsstrategien gefunden. Für das Fach Mathematik fand Götz (2004) einen hohen positiven Zusammenhang zwischen Ärger, Langeweile und aufgabenirrelevanten Gedanken (vgl. auch Pekrun, 1998; Pekrun & Hofmann, 1999; Pekrun, Götz, Titz & Perry, 2002).

Prinzipiell sind Befunde zum *direkten* Einfluss emotionalen Erlebens auf die Leistung selten (Pekrun, Jullien, Zirngibl, Vom Hofe & Perry, 2004) bzw. heterogen. Effekte auf motivationale Faktoren konnten deutlicher nachgewiesen werden (vgl. Kleine & Schmitz, 1999). Es bestehen zwar positive Zusammenhänge zwischen positiven Emotionen und Schulleistungen - beispielsweise ab der 3. Klasse Grundschule zwischen Freude und Leistung (Helmke, 1993) - die aufgeklärte Varianz ist allerdings überraschend gering (Fuß, 2006). Positive, prozessbezogene (State) Emotionen scheinen dabei stärker mit Leistungsergebnissen in Beziehung zu stehen, als auf Trait-Ebene (Laukenmann et al., 2003). Beispielsweise zeigte sich in Untersuchungen von Nemanich und Vera (2005) oder Roeser, Midgley und Urdan (1996) kein direkter Pfad von positiven Emotionen auf die Leistung, während in anderen Studien gezeigt werden konnte, dass tätigkeitsbezogene (Lern-)Freude einen direkten Einfluss auf die Leistung haben kann (Ma, 1997; Heine, 1997). In der Studie von Else-Quest, Hyde und Hejmadi (2008) zeigte sich, dass neben anderen Emotionen auch vermehrt Stolz erlebt wurde und mit besseren Leistungsergebnissen einherging.

Zu Interesse im schulischen Kontext und in naturwissenschaftlichen Fächern existieren eine Reihe empirischer Befunde (vgl. Gläser-Zikuda, Fuß, Laukenmann, Metz & Randler, 2005, Pekrun, 2005). Metaanalysen (vgl. Schiefele, Krapp & Schreyer, 1993) bestätigen den Zusammenhang zwischen fachspezifischem Interesse und fachlicher Schulleistung (vgl. auch Artelt et al., 2001; Kunter, 2005; Schiefele, 1998), wobei die Richtung der korrelativen Relation ungeklärt bleibt und - wie auch bei anderen Emotionen - von einem

Rückkoppelungseffekt auszugehen ist (Krapp, 1998). In der Studie von Laukenmann et al. (2003) korrelierte neben Lernfreude auch Interesse mit erfolgreichen Lernprozessen. Schiefele (1996) konnte darüber hinaus zeigen, dass Interesse - z.T. mediiert durch erhöhte Aktivierung - einen Einfluss auf die nachfolgende Leistung hat.

Im Zusammenhang mit negativen Emotionen wird eine leistungsmindernde Wirkung deaktivierender Emotionen postuliert oder auch empirisch belegt (Linnenbrink & Pintrich, 2004; Pekrun, 2006), wobei sich auch hier heterogene Befunde zeigen. PISA-Ergebnisse (2003) belegen eine negative Korrelation zwischen Leistung der SchülerInnen und Mathematikangst - Kunter (2005) konnte in ihren Analysen feststellen, dass die Abnahme mathematikbezogener Angst mit Leistungszuwachs einhergeht. Laukenmann et al. (2003) fanden dagegen eine (kurzfristig) positive Wirkung situativer Angst in Leistungssituationen. In der Untersuchung von Götz (2004) korreliert Langeweile im Vergleich zu anderen Emotionen am niedrigsten mit der Mathematikleistung, aber dennoch - als deaktivierende Emotion - in erwarteter negativer Weise. Auch bei Laukenmann und Von Rhöneck (2003) findet sich eine niedrige (aber signifikante) Korrelation zwischen fachspezifischer Langeweile und Prüfungsergebnissen. Wichtig erscheint dabei die Unterscheidung zwischen Langeweile aufgrund Unterforderung und Langeweile aufgrund Überforderung (vgl. Jahnke-Klein, 2005). Nur letztere korrelierte in einer Studie von Götz und Frenzel (2005) in höherem Ausmaß ($r = -.48$) negativ mit der Leistung der SchülerInnen.

Traditionell befassten sich vor allem zwei große Forschungsrichtungen mit der Wirkung affektiver Variablen auf die Leistung: die Stimmungsforschung und Untersuchungen zur Prüfungsangst.

Im Rahmen der Stimmungsforschung wurden u.a. die Auswirkungen auf die Leistung überprüft. Dabei zeigte sich ein positiver - unter gewissen Umständen jedoch auch ein negativer - Effekt von positiver Stimmung (Aspinwall, 1998). Leistungsverschlechterungen wurden bei depressiver Stimmung (Ellis & Ashbrook, 1988) als auch für euphorische Stimmung (Mackie & Worth, 1989) postuliert - erklärt durch Inanspruchnahme kognitiver Ressourcen bei der Verarbeitung und Regulation emotionaler Prozesse. Zudem kann eine positive Stimmungslage eine Überschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit zur Folge haben (vgl. Efklides & Petkaki, 2005). Bryan und Bryan (1991) berichteten eine leistungssteigernde Wirkung positiver Stimmung auf das Lösen von Rechenaufgaben - Yasutake und Bryan (1995) oder Linnenbrink und Pintrich (2003) fanden keinen Zusammenhang zwischen Stimmung und Mathematikleistung. In einigen Untersuchungen

kam man zu dem Befund, dass eine negative Stimmung eher detailorientiertes, rigides bzw. analytisches Denken fördert und zu schlechteren Leistungen führt, während eine positive Stimmung holistisches, kreatives und risikofreudiges Denken fördert (vgl. Bless & Fiedler, 1999; Clore, Schwarz & Conway, 1994; Levine & Burgess, 1997; Schwarz, 1990). Die Befundlage zu Effekten auf die Leistung ist allerdings uneindeutig: So konnte z.B. Abele (1999) sowohl für positive als auch für negative Stimmung Leistungsverbesserungen beobachten. Abele (1999) wie auch Anderson (2001) betonen, dass die Komplexität der Aufgabe bei Stimmungseffekten von Bedeutung ist. Die Ergebnisse zweier aktueller Experimente von Brand, Reimer & Opwis (2007) zeigen, dass eine negative Stimmung vor allem beim Lösen von Transferaufgaben zu einer Leistungsverschlechterung führt. Darüber hinaus wurde in negativer Stimmung bereits schlechter gelernt: zur Erreichung des Lernziels waren mehr Wiederholungen nötig. In einer anderen experimentellen Studie mit SchülerInnen der 5. Schulstufe zum Zusammenhang von (induzierter) Stimmung, mathematischen Fähigkeiten, mathematischem Selbstkonzept, Metakognitionen und Emotionen (Efklides & Petkaki, 2005) zeigt sich ein Effekt der mathematischen Kompetenz (mathematischer Fähigkeitstest und Selbstkonzeptfragebogen vorab) auf die Stimmung: Schlechtere SchülerInnen hatten höhere negative Stimmungswerte. In umgekehrter Weise konnte kein direkter Effekt der Stimmung auf die mathematische Leistung gefunden werden (allerdings ein Einfluss auf die lernbezogenen Emotionen). Eine negative Stimmungslage war zudem ein Prädiktor für die Einschätzung der Schwierigkeit der Aufgabe, positive Stimmung (vor und nach der Aufgabenbearbeitung) hingegen für Interesse. Die Stimmung beeinflusste zudem die Selbstbewertung (vgl. Tesser, 1988) und somit auch das Selbstkonzept (Efklides, 2001) bzw. das aufgabenbezogene Selbstvertrauen (Abele, 1995; Hirt, McDonald & Melton, 1996). Hirt et al. (1996) konnten zeigen, dass bei positiver Stimmung vor der Aufgabenbearbeitung die Aufgaben prospektiv interessanter eingeschätzt wurden als in einer neutralen oder negativen Stimmungslage. Außerdem erbrachten positiv gestimmte Personen bessere Leistungen und zeigten mehr Anstrengungsbereitschaft (vgl. Isen, 2000). Es ist allerdings anzumerken, dass Befunde aus dem Labor nur eingeschränkt auf Situationen im Feld - sprich auf den schulischen Unterricht - übertragbar sind (vgl. Pekrun et al., 2002).

Ein zweiter Forschungsbereich ist die Prüfungsangstforschung. Deren wesentliche Erkenntnisse werden im Folgenden kurz zusammengefasst, da sich einige Ergebnisse durchaus auf Unterrichtssituationen übertragen lassen.

Prüfungsangst geht in der Regel mit Aufgeregtheit (*emotionality*) und aufgabenirrelevanten Gedanken (*worry*) einher (vgl. Eysenck, 1988; Liebert & Morris, 1967), die bei akademischen Prüfungsleistungen zu Defiziten führen (Seipp & Schwarzer, 1991; Amelang, Bartussek, Stemmler & Hagemann, 2006). Auch in den PISA-Ergebnissen (2003) zeigt sich die erwartete negative Korrelation zwischen Leistung der SchülerInnen und Mathematikangst. Die „Inanspruchnahme“ kognitiver Ressourcen bei negativen Emotionen (Zeidner, 1998) zeigte sich auch bei positiven Emotionen (Meinhardt & Pekrun, 2003) wie etwa Erleichterung. Die Studien von Pekrun et al. (2002) machten deutlich, dass nicht nur Angst, sondern auch andere negative Emotionen (z.B. Ärger) mit aufgabenirrelevanten Gedanken einhergehen können.

Ein sehr hohes Angstniveau wirkt leistungsmindernd - allerdings kann sich ein mittleres Angst- oder Erregungsniveau in Leistungssituationen auch förderlich auf akademische Leistungen auswirken (vgl. Hancock, 2003). Der Zusammenhang zwischen Ängstlichkeit und Leistung ist dabei in Abhängigkeit von der Aufgabenschwierigkeit bzw. -komplexität unterschiedlich zu bewerten (für einen Überblick siehe Amelang et al., 2006, S. 371 ff.). Auch in neueren Untersuchungen zum emotionalen Erleben im schulischen Kontext konnte die positive Wirkung von „State-Angst“ (von den Autoren als „Angst-Kick“ bezeichnet) *in Leistungssituationen* festgestellt werden (Laukenmann, et al., 2003), während sich „Trait-Angst“ negativ auf die Leistung auswirkte. Unter gewissen Umständen kann situative Anspannung zu erhöhter Anstrengungsbereitschaft führen (vgl. Studie von Kondo, 1997), sodass davon auszugehen ist, dass es keine einfache lineare Beziehung zwischen Angst und Ausprägung der Lernmotivation und damit auch mit Leistungsergebnissen gibt (Krapp & Weidenmann, 2001). Diese Annahme entspricht der von Yerkes und Dodson schon 1908 aufgestellten umgekehrt U-förmigen Beziehung zwischen Aktivierung und Leistung (Dörner & Stäudel, 1990, S. 327). Werden die Erregungszustände zu intensiv, kommt es zu einer Reduzierung der Aufmerksamkeit (vgl. Amelang et al., 2006). Dabei kann ein Leistungsabfall beim Überschreiten bestimmter Aktivationsgrade durch Ärger oder andere Emotionen angenommen werden (siehe Abbildungen 6 und 7) (Pekrun, 2008). Aus den unterschiedlichen Befunden kann geschlossen werden, dass im Fach Mathematik neben der Unterscheidung von Trait- und State-Emotionen insbesondere die Unterscheidung zwischen *Lerngegebenheiten ohne Leistungsdruck* und *Leistungssituationen* (vgl. Kapitel 4.2) wichtig zu sein scheint. Darüber hinaus müssen auch Unterschiede im emotionalen Erleben und dessen Konsequenzen für die Leistung zwischen leistungsstarken und -schwachen SchülerInnen berücksichtigt werden.

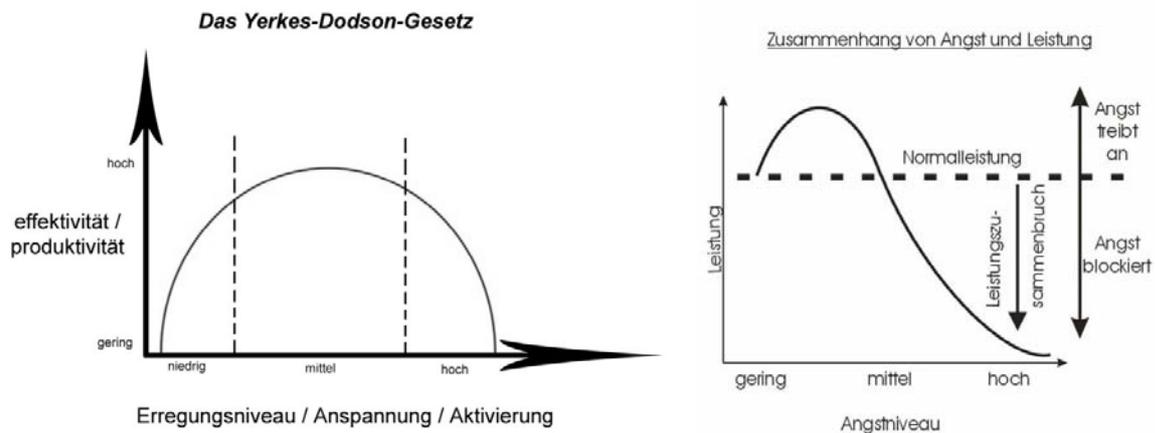


Abbildung 6 und 7: Yerkes-Dodson Kurve und Darstellung des Zusammenhangs von Angst und Leistung nach Rosemann (1978) S.96

Leistungsstarke SchülerInnen erleben im Allgemeinen mehr Freude, Interesse und weniger Angst (auf Trait-Ebene) als leistungsschwache SchülerInnen (Gläser-Zikuda & Mayring, 2003; Kunter, 2005). Analysen einer deutsch-schweizerischen Videostudie zum Mathematikunterricht (Hugener, Pauli & Reusser, 2007) deuten darauf hin, dass sich das emotionale Befinden von leistungsschwachen SchülerInnen nicht in gleicher Weise auf die Lernleistung auswirkt wie bei leistungsstarken SchülerInnen. Der Frage nach Quellen bzw. dem Ausmaß emotionalen Erlebens von SchülerInnen in neuen Lernumgebungen und den Auswirkungen auf die Leistung kommt demnach vermehrt Bedeutung zu (Schutz & DeCuir, 2002; Wosnitza & Volet, 2005) - vor allem dann, wenn durch deren Einsatz positive, lernförderliche Emotionen leistungsschwacher SchülerInnen gesteigert werden können.

3.2.4 Der Zusammenhang von Emotion und Motivation

*„Kognitive Prozesse und ihre Produkte steuern Verhalten!
Was sollen nun die Emotionen in dem Spiel?“
(Dörner & Stäudel, 1990, S. 298).*

Aus dem vorherigen Kapitel wurde deutlich, dass Emotionen Lern- bzw. Leistungssituationen begleiten (z.B. Möller & Köller, 1996, Pekrun & Jerusalem, 1996, Ma, 1997; Heine, 1997, Helmke & Weinert, 1997) und signifikant mit Lernstrategien, kognitiven Ressourcen und Selbstregulation zusammenhängen, wobei von Rückkoppelungseffekten auszugehen ist (Pekrun, et al., 2002). Vor allem für ausdauerndes Lernverhalten und Persistenz bei der Bearbeitung von Aufgaben ist das Erleben situationspezifischer

Emotionen von Bedeutung. Die meisten ForscherInnen aus der Pädagogischen Psychologie würden der Bemerkung von Meyer und Turner (2002) zustimmen, dass es im Grunde unmöglich ist, die Motivation von SchülerInnen ohne Berücksichtigung emotionaler Prozesse zu untersuchen. (Subbewusste) Emotionen können Motivation auslösen, aufrechterhalten oder vermindern (Gendolla, 2003; Hänze, 2003; Jerusalem & Pekrun, 1999): Positiv-aktivierende Emotionen erhöhen im Allgemeinen die Motivation, negativ-deaktivierende sind als nachteilig anzusehen (Pekrun et al., 2002). Motivation kann als Produkt oder Prozess charakterisiert werden (Winne & Marx, 1989) und demnach auch kognitive und affektive *Prozesse* beschreiben (Pintrich & Schunk, 2002). Diese emotionalen Prozesse können zum Teil als beobachtbarer Ausdruck, aber auch zum Teil als nicht beobachtbares subjektives Empfinden (vgl. Hannula, 2006) stattfinden. Fredrickson (1998, 2001) schreibt positiven Emotionen, wie Interesse, Stolz oder Freude, die Funktion zu, kognitive und motivationale Ressourcen von Personen anzustoßen. Interesse fungiert beispielsweise als Impuls für exploratives Verhalten, Freude als Antrieb für spielerische und kreative Aktivitäten und Stolz dient dem Vergleich mit bisherigen Erfolgen und als Ansporn für weitere Leistungen. Klassische Theorien betonen, dass positive emotionale Zustände bevorzugt und wiederholt aufgesucht werden, während negative Emotionen zu Vermeidung führen (Heckhausen, 1989). So wäre die Aversion von SchülerInnen gegenüber der Mathematik als ein Ergebnis früherer unglücklicher Erfahrungen zu erklären (vgl. Mandler, 1989). Gerade bei jüngeren SchülerInnen könnte diese basale Rolle positiver Emotionen zur Aufrechterhaltung von Tätigkeiten stärker von Bedeutung sein (vgl. Schwarz & Bohner, 1996) als bei älteren SchülerInnen. Emotion und Motivation als einander ergänzende Konstrukte beeinflussen demnach das Lernverhalten von SchülerInnen. Emotionen regulieren Kognition, Motivation und Verhalten in vielfältiger Weise (Rothermund & Eder, 2009).

Zwar wurden in der traditionellen Leistungsmotivationsforschung beispielsweise Stolz und Scham als zentrale Quelle des leistungsbezogenen Handelns angesehen (vgl. Tabelle 2), jedoch kaum untersucht. Im Risiko-Wahl-Modell von Atkinson (1957, 1964) resultiert leistungsmotiviertes Handeln aus dem emotionalen Konflikt zwischen Hoffnung auf Erfolg und Furcht vor Misserfolg (Weiner, 1994). Nach Weiners Attributionstheorie (1985) bestimmen die kognitiven *und* affektiven Konsequenzen der Ursachenanalyse das nachfolgende Verhalten (Heckhausen & Heckhausen, 2006, S. 359). Erfolgsoversichtliche Personen, die Erfolg mit eigener Kompetenz oder Anstrengung attribuieren und Misserfolg mit mangelnder Anstrengung oder falscher Strategiewahl, erleben Stolz über erfolgreich erbrachte Leistungen. Dabei spricht Weiner von der Bedeutung interner Attributionen für

positive leistungsbezogene Emotionen: Misserfolg führt bei erfolgsmotivierten Personen zwar zu Ärger (Erkenntnis der mangelnden Anstrengung), nicht aber zu selbstwertbelastendem Zweifel an den eigenen Fähigkeiten (vgl. Rheinberg, 1999). Tätigkeitsbezogener Ärger wird vor allem dann erlebt, wenn SchülerInnen ein Problem (unerwarteter Weise) nicht zügig lösen können (vgl. Dörner & Stäudel, 1990; Mandler, 1989; Siemer, Mauss & Gross, 2007). Dieses erlebte Hindernis wird allerdings (in Abhängigkeit von den subjektiven Kompetenzüberzeugungen) entweder als Herausforderung oder als abschreckend/beängstigend bewertet (vgl. Op't Eynde et al., 2001, S. 162). Ärger *intensiviert* und *kanalisiert* das Verhalten, indem (schnell) eine Verhaltensreaktion ausgewählt und besonders nachdrücklich verfolgt wird (vgl. Dörner & Stäudel, 1990). Das Erleben von Ärger nach Misserfolg wird von Weiner (1985) neben dem Erleben von Stolz nach Erfolg als förderliche Lernemotionen erachtet, wobei den Regulationsstrategien der SchülerInnen und dem Umgang mit dem Ärger eine wesentliche Bedeutung zukommt. McLeod, Metzger und Craviotto (1989) stellten fest, dass sich die emotionalen Reaktionen (Frustration aber auch Freude) von Experten (Wissenschaftler/Mathematiker) und Novizen (Studierende) beim mathematischen Problemlösen nicht unterschieden, letztere allerdings schlechter bei der Kontrolle und Regulation der erlebten (negativen) Emotionen waren.

Für misserfolgsmotivierte Personen steht primär das Erleben von Scham nach Misserfolg im Vordergrund. Beide Emotionen treiben dabei das weitere Handlungsgeschehen an (Puca & Langens, 2002). Bei misserfolgsmeidenden Personen mit einem ungünstigen Attributionsstil sind negative Affekte nach Misserfolgen deutlich stärker als die erlebten positiven Emotionen nach Erfolgen (vgl. Rheinberg, 1999, S. 37). Das Erleben von Scham nach Misserfolg geht langfristig mit Aversion und Rückzugsverhalten einher (Mascolo & Fischer, 1995; Tangney, 1995).

	Internale Attribution		externale Attribution	
	Kontrollierbar	Nicht kontrollierbar	kontrollierbar	Nicht kontrollierbar
Erfolg	Stolz	Stolz	Dankbarkeit	
Misserfolg	Schuld	Scham	Ärger	

Tabelle 2: Beziehung zwischen Emotionen und Attributionen nach Weiner (1985, 2006)

Negative Emotionen nach einem Misserfolg (Scham nach einer internen, unkontrollierbaren und stabilen Ursachenzuschreibung (mangelnde Fähigkeit) oder Schuldgefühle nach mangelnder Anstrengung) stehen dabei in Relation zu den eigenen Zielen (Turner, Thorpe & Meyer, 1998). Besonders Emotionen wie Scham, Schuld oder Stolz sind in ihrer Beziehung zu subjektiven Zielen bedeutsam, da diese verstärkt in Zusammenhang mit dem Selbstkonzept (Kapitel 3.2.5) stehen und *selbstbezogene* Emotionen (vgl. Dutton & Brown, 1997; Lewis, 2000) darstellen. Lewis (1995) bezeichnet Scham als „Ich-bewusste“ Emotion und betont damit diese Selbstbezogenheit. Scham (infolge eines Misserfolges) ist eine der stärksten negativen Emotionen (Wicker, Payne & Morgan, 1983) mit weitreichenden Auswirkungen auf Motivation und die persönlichen Ziele (vgl. Weiner, 1985). Diese negative Wirkung von Scham hängt von der subjektiven Relevanz der Ziele ab (Turner, Husman & Schallert, 2002). In Untersuchungen mit Studierenden zeigte sich, dass manche im Anschluss an beschämende Erfahrungen stärker motiviert waren, ihre Ziele zu erreichen (vgl. Brunstein & Gollwitzer, 1996). Diese Studierenden wiesen besonders hohe Fähigkeits-Selbsteinschätzungen auf. Im Vergleich dazu waren Studierende mit weniger klaren Zielsetzungen weniger motiviert und zeigten sich zunehmend resigniert (Turner & Schallert, 2001; Turner et al., 1998). Covington & Omelich (1979) gehen davon aus, dass besonders SchülerInnen mit misserfolgsorientiertem Attributionsstil Scham erleben (vgl. auch Turner & Schallert, 2001).

Da viele der beschriebenen Untersuchungen im Labor durchgeführt wurden, sind die Ergebnisse nicht ohne weiteres generalisierbar (vgl. Turner et al., 2002). Hinzu kommt im schulischen Kontext der soziale Aspekt, der eine bedeutende Rolle spielt (Miller & Leary, 1992).

In der Begründung von Erfolg und Misserfolg in Mathematik zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede. So weisen Mädchen einen ungünstigeren Attributionsstil auf als Jungen (z.B. Fennema, 1989; Tiedemann & Faber, 1994, 1995; Ziegler & Stöger, 2002): Misserfolge werden überwiegend auf mangelnde Fähigkeiten zurückgeführt. Dadurch erleben Mädchen in geringerem Ausmaß Stolz nach erfolgreichen Leistungen (Stipek & Galinski, 1991), da nach Erfolg aufgrund einer leichten Aufgabe gegenüber eigener Anstrengung oder Fähigkeit weniger Stolz empfunden wird (Hosenfeld, 2002). Anstrengung - eine vom Lernenden steuerbare, kontrollierbare Größe - steht in enger Beziehung mit dem Ausmaß positiver und negativer Emotionen.

Studien zur Motivation im Lernkontext weisen auf die förderliche oder hemmende Bedeutung des emotionalen Erlebens in sozialen Lernsituationen von SchülerInnen hin

(Boekaerts, 1997, 2001). Die Ergebnisse einer Untersuchung von Schwarzer und Buchwald (2002) zum Einfluss von Angst, Ärger und Neugier auf die Motivation von SchülerInnen der 5.-10. Jahrgangsstufe vor einem Mathematiktest zeigten, dass wenig ängstliche (und wenig verärgerte) SchülerInnen eine signifikant höhere Anstrengungsbereitschaft aufweisen (vgl. auch Linnenbrink und Pintrich, 2004). In einer weiteren Studie von Schmitz & Wiese (1999) konnten die signifikanten Zusammenhänge zwischen emotionaler Befindlichkeit und Komponenten der aktuellen Leistungsmotivation bestätigt werden. Lernhandlungen, die von positiven Emotionen begleitet sind, werden auch künftig eher ausgeführt und persistent verfolgt (Eccles & Wigfield, 2002). Negative tätigkeitsbezogene Emotionen, wie etwa Langeweile, erhöhen hingegen die Motivation, die Tätigkeit nicht auszuführen (Pekrun, 1992). Es ist anzunehmen, dass insbesondere SchülerInnen, die dem Fach ablehnend gegenüberstehen und ein geringes Fähigkeitsselbstkonzept haben, bei Langeweile auf unterrichtsfremde Nebentätigkeiten, Tagträumen oder vorgetäushtes Zuhören zurückgreifen (vgl. Lohrmann, 2008). In der Untersuchung von Götz (2004) ergaben sich hohe negative Zusammenhänge zwischen unterrichtsbezogener Langeweile und Anstrengung sowie intrinsischer Motivation. Demzufolge können negative Lernemotionen auch als vermittelnde Variable für Anstrengungsvermeidung eine wesentliche Rolle im Lernprozess spielen (vgl. Rollett, 1994, 2005).

Intrinsische Motivation und Flow-Erleben (Csikszentmihalyi, 1975, 2000; Rheinberg, 2006b; Heckhausen & Heckhausen, 2006, für einen Überblick) beinhalten positive Emotionen, wie etwa tätigkeitsbezogene Lernfreude. So korreliert Mathematikangst beispielsweise negativ mit intrinsischer Lernmotivation (z.B. Gottfried, 1982, zitiert nach Krapp & Weidenmann, 2001). Darüber hinaus geht letztere mit höherem Aufgabeninteresse und vermehrter Anstrengungsbereitschaft einher (Shernoff, Csikszentmihalyi, Schneider & Shernoff, 2003; Massimi & Carli, 1991; Pekrun, 2006; Pekrun & Schiefele, 1996; Stipek, 1996, im Überblick). Drei Bedingungen sind nach Csikszentmihalyi und Kollegen ausschlaggebend für das Flow-Erleben, das von positiven Emotionen begleitet wird: (a) eine klare Zielstruktur der Aufgabe (b) unmittelbare Rückmeldung und (c) Anforderungen, die zu den Fähigkeiten der Person passen (vgl. Csikszentmihalyi, Abuhamdeh & Nakamura, 2005). Unter diesen Bedingungen geht das Erleben von Flow mit einer positiven Fähigkeitsentwicklung einher, da die Anforderungen sukzessiv mit zunehmender Kompetenz steigen, was sich in weiterer Folge auch positiv auf das Fähigkeitsselbstkonzept auswirkt.

Interesse - im Sinne einer relativ überdauernden Disposition oder fachspezifischen *Trait-Variable*, die sich im Laufe der (Schul-) Zeit entwickelt - ist für die Entstehung und Aufrechterhaltung von intrinsischer Motivation ebenfalls bedeutsam (Flowerday, Schraw & Stevens, 2004; Shernoff et al., 2003; Krapp, 2005). (Langfristiges) individuelles Interesse (vgl. z.B. Krapp, 1998, 2002; Schiefele, 1996, 2001) geht dabei auch mit positiven Gefühlen und Ausdauer einher (z.B. Hidi & Ainley, 2002; Köller et al, 2001). Krapp (2002) betont, dass das Interesse ein zentraler Bestandteil des domänenspezifischen Selbstkonzeptes ist, worunter die *generalisierten* Kognitionen, Emotionen und motivationalen Zustände, die bei einer Person in Auseinandersetzung mit dem Gegenstand resultieren, zu verstehen sind. Die Wirkrichtung von Interesse und Selbstkonzept bleibt dabei offen (vgl. Köller, Schnabel & Baumert, 2000). *Situatives Interesse* (State) hingegen, ist als unmittelbare Reaktion auf umweltbezogene Faktoren (Renninger, 2000; Schraw & Lehman, 2001) zu betrachten und kann Basis für die Entwicklung eines langfristigen, individuellen Interesses (vgl. Hidi, 1990; Hidi & Renninger, 2006) sein. So erfordert beispielsweise die Entwicklung eines dauerhaften, individuellen Interesses an mathematischen Textaufgaben ausgehend vom Erleben situativen Interesses die wiederholte Auseinandersetzung mit Textaufgaben (vgl. Schiefele & Prenzel, 1991).

Für den Zusammenhang zwischen SchülerInnen-Emotionen und extrinsischer Motivation nimmt Pekrun (1992) an, dass weniger tätigkeitsbezogene Emotionen, sondern die erwarteten *Konsequenzen* der Tätigkeit eine Rolle spielen. So würden beispielsweise positive prospektive Emotionen (z.B. Hoffnung oder Vorfreude) mit erhöhter positiver extrinsischer Motivation (zur Durchführung der Tätigkeit) einhergehen. Retrospektive Emotionen (z.B. Ergebnisfreude, Stolz, Ärger oder Scham) fördern in Abhängigkeit der zugrundeliegenden Valenz jeweils positive oder negative extrinsische Motivation (vgl. Titz, 2001).

Die kognitiven und motivationalen Effekte von Emotionen wurden in einem kognitiv-motivationalen Mediationsmodell der Leistungswirkung von Emotionen (Pekrun, 1992; Götz, 2004, S.203) zusammengefasst und z.T. empirisch überprüft: (Aktivierende bzw. deaktivierende) Emotionen haben darin Einfluss auf Motivation, auf kognitive Ressourcen (Aufmerksamkeit) und auf metakognitive und kognitive Lernstrategien (Hofmann, 1997).

Abschließend sei auf den Zusammenhang zwischen Emotionen und Zielorientierungen von SchülerInnen hingewiesen. Letztere beeinflussen nicht nur das Lern- bzw. Strategieverhalten der SchülerInnen (z.B. Farrell & Dweck (1985; zitiert nach Dweck, Mangels &

Good, 2004), deren subjektive Einschätzung eigener Fähigkeiten und Leistungsergebnisse, sondern stehen auch in engem Verhältnis zum emotionalen Erleben der SchülerInnen (vgl. Dweck et al., 2004). Linnenbrink (2007) sowie Ainley und Patrick (2006) berichten Befunde zu einer Mediatorwirkung positiver (z.B. Interesse) bzw. negativer Emotionen im Zusammenspiel von Zielorientierungen und Lern- und Leistungsverhalten. Eine ausführliche Beschreibung der Lern- versus Leistungszielorientierung und deren Bedeutung für das emotionale Erleben von SchülerInnen erfolgt in Kapitel 4.3.1.

3.2.5 Emotionen und Selbstkonzept bzw. Selbstwirksamkeit

Wie bereits im vorhergehenden Abschnitt erwähnt, werden Lernprozesse und auch Emotionen durch das Selbstkonzept der eigenen Fähigkeiten beeinflusst. Letzteres stellt somit (zumindest indirekt über motivationale Faktoren) eine Einflussgröße auf die Schulleistung dar (vgl. Helmke & Schrader, 2001; Pekrun & Jerusalem, 1996; Köller, Klemmert, Möller & Baumert, 1999). Der Zusammenhang von Selbstkonzept und Leistung ist neben oben genannter Wirkrichtung (vgl. self-enhancement Modell, z.B. Marsh, 1990) auch als umgekehrter Effekt (Einfluss der Leistung auf das Selbstkonzept) empirisch belegt (z.B. Hattie, 1992; Bong & Clark, 1999). Vor allem bei jüngeren SchülerInnen wurde dieser sogenannte skill-development-Ansatz in empirischen Studien gefunden (z.B. Helmke & VanAken, 1995). So ist davon auszugehen, dass es sich um einen reziproken Prozess handelt, wie eine mittlere, positive Korrelation belegt (vgl. Metaanalyse von Valentine, DuBois & Cooper, 2004). Besonders in Übergangsphasen (z.B. nach einem Bezugsgruppenwechsel beim Übergang von der Grundschule auf eine weiterführende Schule) scheinen Einflüsse des Selbstkonzepts auf nachfolgende Leistungen bedeutsamer zu sein (vgl. Helmke, 1992; Pekrun, 1987). Die Analyse von Längsschnittdaten der 7. Jahrgangsstufe der BIJU-Studie (Marsh, Trautwein, Lüdtke, Köller & Baumert, 2005) ergab einen wechselseitigen Effekt (in beiden Wirkrichtungen) zwischen Selbstkonzept und Mathematikleistung in Form von Schulnoten und Leistungstestwerten. Marsh und Yeung fanden in einer Studie (1997) im Fach Mathematik stärkere Effekte des Selbstkonzepts auf die Leistung als in anderen Fächern. Dieser Zusammenhang wird allerdings durch andere Variablen, wie etwa die bereits erwähnten Zielorientierungen der SchülerInnen (näheres dazu in Kapitel 4.3.1), mediiert (Cury, Elliot, Fonseca & Moller, 2006). Experimentelle Untersuchungen mit Studierenden (Spinath & Stiensmeier-Pelster, 2003) zeigten, dass sich insbesondere die Kombination von Leistungszielorientierung und niedrigem Selbstkonzept leistungsmindernd auswirkt.

Das Fähigkeitsselbstkonzept von SchülerInnen im Fach Mathematik kann als relativ stabiles Konstrukt angesehen werden (Schwarzer & Buchwald, 2002), wobei sich geschlechtsspezifische Unterschiede zugunsten der Jungen im Laufe der Grundschulzeit etablieren (Helmke, 1999; Köller, Baumert & Schnabel, 2001; Marsh & Yeung, 1998). Trotz gleicher mathematischer Kompetenzen in der Grundschule (Tiedemann & Faber, 1994; Schwenck & Schneider, 2003) und auch bei statistischer Kontrolle der Noten bleibt dieser Effekt konstant (Schilling, Sparfeldt & Rost, 2006). Unabhängig vom Geschlecht geht ein niedriges Fähigkeitsselbstkonzept der SchülerInnen mit geringerer aktiver Beschäftigung während des Unterrichts einher (Helmke, 1999).

Das Selbstkonzept wird von sozialen Vergleichsprozessen wie auch dem Unterrichtsklima (siehe Kapitel 4.4) erheblich beeinflusst (DeCharms, 1973; Dreesmann, 1980, 1994; Jerusalem, 1997; Jerusalem & Schwarzer, 1991, Jerusalem & Mittag, 1998; Pekrun, 1985; Schwarzer, 1983). Dass das Sozialklima auch einen Effekt auf das emotionale Erleben der SchülerInnen hat, wurde bereits im Zusammenhang mit dem sozialkognitiven Modell zur Entstehung von Lern- und Leistungsempfindungen (Pekrun, 2000) erläutert (vgl. auch Von Rhöneck et al., 1998). Wie beim Selbstkonzept zeigte sich auch im Bereich ausgewählter Lern- und Leistungsempfindungen (vor allem Freude und Angst) das Phänomen des „Big-fish-little-pond-Effektes“ (Götz et al., 2004).

Selbstwirksamkeitserwartungen (Bandura, 1997) können als integrierter Bestandteil des Selbstkonzeptes angesehen werden (vgl. Satow, 1999). Pajares und Graham (1999) fanden beispielsweise im Vergleich zu anderen Studien hohe Korrelationen ($r = .66$ und höher) zwischen mathematischem Selbstkonzept und der Selbstwirksamkeit von SchülerInnen der 6. Jahrgangsstufe. Bei der Entstehung von Selbstwirksamkeitserwartungen ist unter anderem die persönliche Erfahrung in Form von „mastery experiences“ von Bedeutung (vgl. Bandura, 1997), die beispielsweise durch den Einsatz passender Aufgaben (Individualisierung), realisiert werden können (vgl. Kapitel 4.3.2).

In zahlreichen Studien hat sich die motivationale, volitionale sowie emotionale Bedeutung optimistischer Kompetenzerwartungen gezeigt (z.B. Bandura, 1997; Jerusalem & Schwarzer, 1992; Schwarzer, 1993, 1995). Hohe schulische Selbstwirksamkeitserwartungen stehen im Zusammenhang mit günstigeren Attributionsmustern (Schwarzer & Jerusalem, 1982). Auch nach wiederholten Misserfolgen zeigen jene SchülerInnen weiterhin mehr Motivation, Anstrengungsbereitschaft bzw. Ausdauer und erzielen im Durchschnitt bessere Leistungen (Bandura, 1997). Auch nach den Befunden von Turner et al. (2002, 1998) ist

anzunehmen, dass insbesondere in Fehler-Situationen hohe Selbstwirksamkeits- und Fähigkeitseinschätzungen zur Aufrechterhaltung von Motivation und zur Verhinderung von Resignation bedeutsam sind. In einer Studie mit über 700 finnischen SchülerInnen der 7. Jahrgangsstufe (Malmivouri, 2006) zeigten sich Zusammenhänge $> .40$ zwischen mathematischer Selbstwirksamkeit und Freude bzw. Interesse sowie eine Korrelation von $r = -.45$ zwischen mathematischer Selbstwirksamkeit und Angst (vgl. auch Helmke, 1993). Dabei standen eine hohe mathematische Selbstwirksamkeit sowie Freude in positiver Relation mit dem Risikoverhalten (*preference for challenge*) und der Ausdauer der SchülerInnen („I complete solving math problems even though they appeared boring.“).

Während ein hoher Selbstwert negativen Emotionen entgegenwirken kann (Brown & Dutton, 1995; Dutton & Brown, 1997), erleben SchülerInnen mit niedriger Selbstwirksamkeitsüberzeugung vermehrt negative Emotionen nach Misserfolg (Covington & Omelich, 1979; Turner & Schallert, 2001). McGregor und Elliot (2005) fanden einen signifikanten Interaktionseffekt zwischen der Angst vor Fehlern und subjektiver Kompetenzeinschätzung für das Erleben von Scham. Ein negatives Selbstkonzept und negative Selbstwirksamkeitserwartungen sowie ein misserfolgsorientierter Attributionstil spielen auch eine bedeutsame Rolle bei Prüfungsangst und Hoffnungslosigkeit (Abela & Seligman, 2000; Hembree, 1988). Umgekehrt wirken sich negative Emotionen, wie beispielsweise Angst und Ärger vor einem Mathematiktest, auf die subjektiv eingeschätzte eigene Fähigkeiten aus (Schwarzer & Buchwald, 2002). Auch für unterrichtsbezogene Langeweile konnte ein hoher negativer Zusammenhang mit dem mathematischem Selbstkonzept der SchülerInnen aufgezeigt werden (Götz, 2004).

Interessant bei der Betrachtung der Zusammenhänge zwischen Selbstkonzept und Emotionen der SchülerInnen sind der einerseits theoretisch postulierte direkte Einfluss des Selbstkonzepts auf das emotionale Erleben (vgl. Kapitel 3.1.2) und die empirischen Befunde andererseits, die auf komplexere Zusammenhänge und die Bedeutung weiterer Einflussfaktoren (Risikoverhalten, individuelle Einschätzungen von Fehlern, Zielorientierungen) hinweisen. Zwar ist die positive Korrelation zwischen hohen Fähigkeits-Selbsteinschätzungen und positiven Emotionen vielfach empirisch bestätigt, dennoch ist fraglich - insbesondere nach Misserfolg - ob (bei gegebener subjektiver Relevanz) ein hohes Ausmaß subjektiv erlebter Kontrolle bzw. ein stabiles positives Selbstkonzept ausreicht, um positive Emotionen zu erleben/aufrechtzuerhalten. Seegers und Boekaerts (1993) konnten in Hinblick auf situationspezifische State-Emotionen beispielsweise keinen direkten Effekt von Selbstwirksamkeit (als *Trait-Variable*) auf tätigkeitsbezogene

Emotionen feststellen. Es ist anzunehmen, dass SchülerInnen trotz eines geringen mathematischen Selbstkonzepts in einer Misserfolgssituation Interesse oder gar Freude beibehalten können, während andererseits auch SchülerInnen mit einem hohen Selbstkonzept nach einem Misserfolg beschämt sein können.

3.4 Zusammenfassung

Schulische Emotionen wurden bislang nur wenig untersucht, wobei die meisten Studien Mathematikangst und Freude betreffen. Freude korreliert insgesamt positiv mit der mathematischen Leistung sowie der Selbstwirksamkeit. Ab der 3. Schulstufe scheint sich der Zusammenhang zwischen Leistung und Lernfreude in Mathematik zu verstärken.

Befunde zu tatsächlichen *Auswirkungen* von Emotionen auf die Lernleistungen sind allerdings rar bzw. uneinheitlich (Kapitel 3.2.3). Meist zeigt sich eine positive Wirkung von individueller Leistung auf das Erleben von Freude, wobei sich ein hohes Leistungsniveau der Klasse im Sinne des aus der Selbstkonzeptforschung bekannten „Big-fish-little-pond-Effektes“ negativ auswirkt. In der Hauptschule konnte in einigen Studien ein höheres Freudeerleben festgestellt werden als im Gymnasium.

Desweiteren zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede im Erleben von mathematikbezogener Freude und Stolz sowie Angst zuungunsten der Mädchen (Kapitel 3.2.2). Generell sind im Laufe der Schulzeit eine Abnahme von Freude und Interesse und eine Zunahme von Ärger in Mathematik zu verzeichnen (Kapitel 3.2.1).

Es fehlen Erkenntnisse zum emotionalen Erleben im Zusammenhang mit neuen Medien und computerbasierten Lernumgebungen. Neben der Analyse der Emotionen muss dabei auch der Frage nach möglichen Novitätseffekten durch das Medium *Computer* nachgegangen werden. Darüber hinaus gibt es kaum Studien, in denen *prozessbezogene* Erhebungsmethoden (Kapitel 3.1.3) eingesetzt und *situationsspezifisches* emotionales Erleben von SchülerInnen untersucht wurden. Befunde zur Kontroll-Wert-Theorie der Emotionen (Kapitel 3.1.2) von Pekrun (2000, 2006) implizieren, dass SchülerInnenemotionen positiv durch ein hohes Selbstkonzept und eine positive (Fach-) Valenz beeinflusst werden können (Lichtenfeld, 2008; Götz et al., 2008). Zunehmend stabile, subjektive Kontroll- und Kompetenzüberzeugungen können unter anderem durch Erfahrung mit Aufgabenstellungen, die dem Fähigkeitsstand des Schülers entsprechen, erreicht werden.

4 Der Umgang mit Fehlern in Mathematik

Theorien zum mathematischen Wissenserwerb gehen davon aus, dass mathematisches Wissen durch fortgesetzte, aktive Auseinandersetzung mit Aufgaben erworben wird (für einen Überblick siehe Renkl, 1991). Die effektive Zeit, mit der sich SchülerInnen mit Lerninhalten beschäftigen und Aufgaben bearbeiten, stellt einen wichtigen Prädiktor für Leistungszuwachs dar (Walberg & Paik, 2000; Carroll, 1989; zitiert nach Kunter, 2005). Übung, als wesentlicher Bestandteil und Teilprozess des Lernens, definiert Anderson (2001) als *Automatisierungsprozess*, durch den Geschwindigkeit und Genauigkeit der ausgeführten Tätigkeit zunehmen, während die Beanspruchung von Aufmerksamkeitsressourcen abnimmt. Arnold und Lindner-Müller (2006) beschreiben Übung in der Schule zudem folgendermaßen:

„Übung ist die in unterschiedlichen Bereichen der Lehr-Lernforschung verwendete Bezeichnung für das häufige und teilweise systematisch variierte Ausführen bekannter Lernhandlungen, um Leistungsverhalten zu festigen und zu verbessern.“

Dabei kann Übung unterschiedliche Ziele verfolgen, einerseits eine Leistungssteigerung durch die Flüssigkeits- und Automatisierungskomponente (Speed-Komponente) oder durch die weniger fehlerbehaftete Reproduktion (Power-Komponente) gelernter Inhalte.

Unter Didaktikern wird häufig betont und von Lehrkräften behauptet, dass streng repetitive Übungsphasen zunehmend durch selbstregulative und stärker lernerspezifische Übungsformen abgelöst wurden - Videoauswertungen von TIMSS dokumentieren für die Unterrichtspraxis jedoch eine stärkere Betonung von Routineaufgaben (vgl. Blum, 2001). Erst langsam scheint sich auch bei LehrerInnen die Auffassung über den *Umgang* mit Fehlern (und vor allem deren Umsetzung in der Praxis) zunehmend von einer behavioristischen hin zu einer kognitiv-konstruktivistischen Sichtweise zu ändern. Die Bedeutung von Fehlern und die Fehlerkultur (vgl. Kapitel 4.2) ist von Fach zu Fach verschieden und muss daher domänenspezifisch betrachtet werden: So trägt die „Kalküllastigkeit“ (Prenzel et al., 2005) und die „richtig oder falsch-Tradition der Mathematik“ (vgl. Cobb, Stephan, McClain & Gravemeijer, 2001; Lampert, 1990; Depaepe, DeCorte & Verschaffel, 2006; McClain & Cobb 2001; Nickson, 1992) dazu bei, dass die Angst vor Fehlern im hoch strukturierten Mathematikunterricht generell stärker ausgeprägt ist, als in anderen Schulfächern (Oser & Spychiger, 2006). Dazu kommt auch die weit

verbreitete Meinung, Mathematikleistungen werden mehr durch Fähigkeiten als durch Anstrengung bedingt (Carr, 1996). Marschall und Zenz (1989) untersuchten interaktionsbezogene Gefühle und konnten auf SchülerInnenseite das Aufrufen durch die Lehrperson und Klassenarbeiten als belastende Faktoren im Unterricht identifizieren.

Emotionale Auswirkungen von Erfolg bzw. Misserfolg, wie etwa Stolz, Freude oder Scham, sind affektive Konsequenzen von Feedback - während die informationale Komponente der Rückmeldung dem Lernenden Aufschluss über die Richtigkeit seiner Antwort gibt (vgl. Fischer & Mandl, 1988). Die Anforderung individualisierten Unterrichts, *individuell elaborierte Rückmeldungen* (Kulhavy & Stock, 1989) lernförderlich im Klassenkontext zu gestalten, kann von Lehrkräften in der Regel nicht in hinreichender Weise erfüllt werden (Renkl, 1991). In einem Längsschnittprojekt wurden unter anderem Formen des Übens im Mathematikunterricht sowie der Umgang mit Fehlern aus Sicht von Lehrkräften und SchülerInnen der 5. und 6. Jahrgangsstufe untersucht (Hosenfeld, Helmke & Schrader, 2002). Die Ergebnisse der Videoanalysen aus dreizehn 6. Klassen mit 340 identifizierten SchülerInnenfehlern zeigen deutliche Klassenunterschiede in den Reaktionen von Lehrkräften und SchülerInnen.

Auf den Begriff des Feedbacks (und seine Unterscheidungen und Formen) wurde bereits in Kapitel 2.1.3 eingegangen. In diesem Abschnitt soll insbesondere die Art und Weise der Fehlerrückmeldung und deren emotionale Konsequenzen, genauer gesagt der *Umgang mit Fehlern im Unterricht* näher betrachtet werden. Dazu wird zunächst ein Blick auf die Übungspraxis in der Schule geworfen.

4.1 Fehlersituationen: Die Gestaltung von Übungssituationen

Im Fach Mathematik zählen neben der Übung in der Klasse die Hausaufgabenkorrektur (mit oder ohne Nachbesprechung im Klassenkontext) und die Nachbesprechung von Schulaufgaben (bzw. deren Beurteilung und Korrektur selbst) zu den typischen Situationen mit Fehlerkorrektur. Abbildung 8 gibt einen schematischen Überblick über mögliche Übungssituationen im schulischen Kontext.

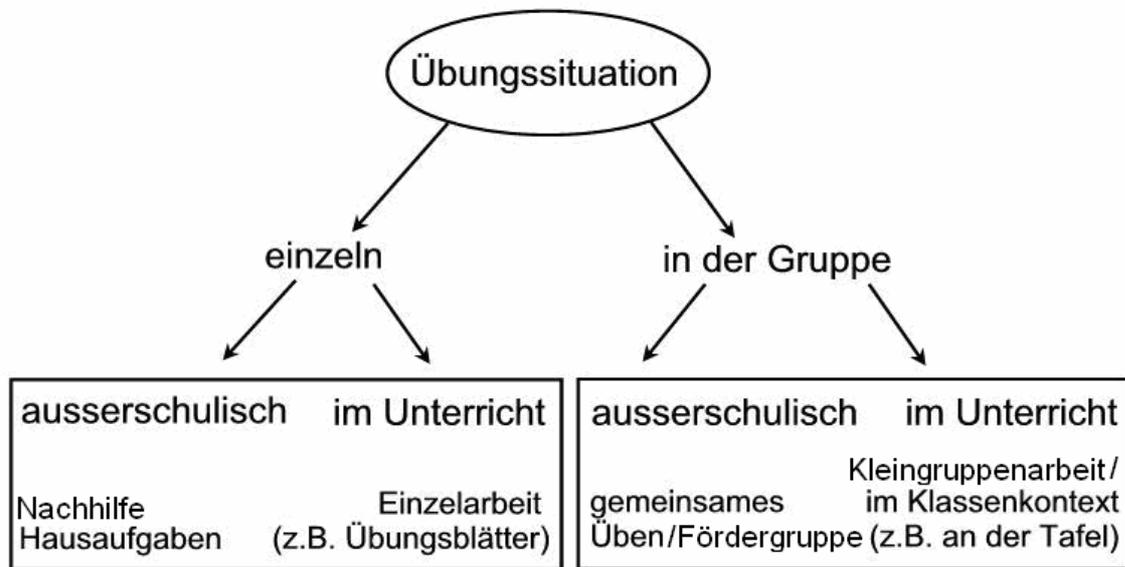


Abbildung 8: Übungssituationen im schulischen Kontext

Vielfach wird Übung in deutschen und österreichischen Schulen auf *außerschulische* Zeiten zu Hause verlegt (Paradies & Linser, 2003). In Bezug auf die Hausaufgabenpraxis zeigen die zum Teil heterogenen Ergebnisse aus der Hausaufgabenforschung (z.B. DeJong, Westerhof & Creemers, 2000; Spiel & Wagner, 2002; Haag, 1991; Hasche & Bischof, 2000; Cooper & Valentine, 2001; Cooper et al. 1998; Pauli & Reusser, 2003, Trautwein, Köller, Schmitz & Baumert, 2002; Wagner, Schober & Spiel, 2008) dennoch vermehrt eine positive Wirkung häuslicher Übung auf die Leistung der SchülerInnen, obwohl die Rückmeldung zeitverzögert und somit nicht in idealer Weise erfolgt (Van Houten, 1980) - vgl. Kap. 2.1.3 in Bezug auf unmittelbares Feedback in computergestützten Lernumgebungen (Kaput, 1989). In einer aktuellen Untersuchung von Trautwein, Schnyder, Niggli, Neumann und Lütke (2009) wurde deutlich, dass das emotionale Befinden der SchülerInnen auch während der Hausaufgabenbearbeitung eine Rolle spielt: Sowohl für die individuelle Leistungsverbesserung als auch für bessere Leistungen auf Klassenebene war das seltene Erleben negativer Emotionen bei Hausaufgaben entscheidend.

Die häufigste Form der Instruktion und Übung *im Unterricht* im deutschen und österreichischen Schulsystem ist das Unterrichtsgespräch (Baumert, Lehmann et al., 1997; Baumert & Köller, 2000; Pätzold, Klusmeyer, Wingels & Lang, 2003; Seidel et al., 2002; Stigler, Gonzales, Kawanaka, Knoll & Serrano, 1999). Eine weitere Übungsform ist die Stillarbeit (Grommelt, 1991). Das Unterrichtsgespräch dient häufig der Entwicklung neuen

Stoffes (vgl. z.B. Voigt, 1984) sowie der Korrektur zuvor in Still- oder Hausarbeit bearbeiteter Aufgaben (Leinhardt & Greeno, 1986). Aus psychologischer Sicht können Fertigkeiten ausschließlich durch *Eigenaktivität* gefestigt und automatisiert werden (vgl. Anderson, 2001), dennoch wird das Unterrichtsgespräch aus Sicht zahlreicher Lehrkräfte auch als Möglichkeit zur Konsolidierung bereits erlernter Fertigkeiten (vgl. Doyle, 1986; Leinhardt & Greeno, 1986: „drill“ und „game drill“) angesehen. *Aktives Üben jedes* Schülers bzw. jeder Schülerin wird dabei jedoch kaum bis gar nicht realisiert. Oft findet ein für die meisten SchülerInnen passives Rezipieren der Übungsinhalte mit dem Lehrer im Rahmen der Klasse statt (vgl. Bönsch, 1993), was zwar als „Übung“ deklariert wird, aber keine ist. Ergebnisse einer Untersuchung von Shernoff et al. (2003) zeigen, dass SchülerInnen etwa ein Drittel der Unterrichtszeit passiv Informationen „aufnehmen“. In der Unterrichtspraxis ist die tatsächliche „time on task“ der SchülerInnen also eher gering (vgl. Stigler et al., 1999). Die Ergebnisse videobasierter Analysen von Mathematikstunden in 19 deutschen und 19 schweizerischen Klassen der Sekundarstufe zeigen zudem eine geringere Beteiligung der Mädchen am Unterrichtsgespräch (Pauli & Lipowsky, 2007). Andere Untersuchungen zu dieser Thematik machen deutlich, dass lediglich einzelne SchülerInnen immer wieder aufgerufen werden (z.B. Jones, Dindia & Tye, 2006). Pauli & Reusser (2003) analysierten Mathematikunterricht basierend auf Selbstberichten der Lehrkräfte. Bei der inhaltsanalytischen Auswertung der LehrerInnenangaben wurde unter anderem zwischen „öffentlichem“ Üben (Lösen von Aufgaben im Klassenverband unter Leitung der Lehrperson) und „privatem“ Üben (Lösen von Aufgaben in Einzel-, Partner- oder Kleingruppenarbeit) unterschieden. In deutschen Schulen wurden in diesen Stunden häufiger Hausaufgaben kontrolliert bzw. korrigiert - das Üben im Unterricht fand vorwiegend in der Kombination Klassenunterricht mit selbstständiger SchülerInnen-Arbeit (gemeinsames Lösen bzw. anschließendes Kontrollieren) statt.

Auch wenn Fehler für den Aufbau „Negativen Wissens“ bedeutungsvoll sind (vgl. Oser & Spsychiger, 2006), werden sie in der Regel von Emotionen, wie Ärger oder auch Angst begleitet. „Fehlerverbote“ erzeugen Angst vor Fehlern. Wenn Angst zu groß wird, verhindert sie die (konstruktive) Verarbeitung von Fehlern. Die kognitive Bewertung der Situation als unangenehm oder bedrohlich beeinflusst darüber hinaus die Motivation und das Lernverhalten der SchülerInnen. Die subjektive Einschätzung von SchülerInnen, dass Fehler zu Tadel und negativer Bewertung führen, korreliert positiv mit dem Erleben negativer Emotionen (Frenzel, Pekrun & Götz, 2007a).

Der Umgang mit Fehlern im Unterricht ist besonders in „öffentlichen“ Situationen (Vorrechnen an der Tafel, Abfragen etc.) von intensiven Emotionen begleitet und beeinflusst die Art und den Erfolg des Umgangs mit Fehlern (Spychinger, Oser, Hascher & Mahler, 1999). Im Gymnasium dominiert bei der Bearbeitung von SchülerInnenfehlern diese „öffentliche“ (Frontalunterrichts-) Situation (Schoy-Lutz, 2005). Neuere Detailauswertungen der PISA-Studie 2006 in Österreich zeigen, dass sich insbesondere GymnasiastInnen zunehmend von ihren Lehrkräften bloßgestellt fühlen (Schreiner & Schwantner, 2009).

Oser (1999) spricht beim Umgang mit Fehlern im Unterricht vom sogenannten „Bermudadreieck der Fehlerkorrektur“, in der die Korrektur des Fehlers über eine dritte Person erfolgt (Oser & Spsychiger, 2006). Der Schüler/die Schülerin, der/die den Fehler gemacht hat, bleibt mit negativen Emotionen zurück. Die emotionale Reaktion ist dabei von Attributionen, dem Selbstkonzept und der subjektiven Verarbeitung des (publik gemachten) Fehlers abhängig. Nicht der Inhalt des Lernens steht mehr im Zentrum, sondern das Versagen. Das Lernpotenzial dieser Situation „verschwindet“ wie ein Flugzeug im Bermuda-Dreieck. Die subjektive Wahrnehmung von SchülerInnen, nach Fehlern getadelt zu werden, korreliert positiv mit negativen Emotionen (Frenzel et al., 2007a).

Aus den bisherigen Ausführungen wird deutlich, dass individuelle *Fehler* im Unterricht entweder unentdeckt bleiben oder im sozialen Kontext auf nicht optimale Weise korrigiert werden. Formen „öffentlichen Fehlermachens“ sind häufig mit besonders negativen Emotionen verbunden. In individuellen Lernsituationen (z.B. Arbeitsblätter in Stillarbeit oder Hausaufgaben) erfolgt die Rückmeldung zwar „privat“, aber zeitverzögert. Wie eine Studie von Helmke und Schrader (1988) zur selbstständigen SchülerInnenarbeit im Mathematikunterricht (5. Klassenstufe) zeigt, kann sich eine (diskrete) *unmittelbare* Unterstützung und Korrektur durch die Lehrperson während der Stillarbeit positiv auf die Leistungen der SchülerInnen auswirken.

Im Zuge aktueller Reformen im deutschen Schulsystem (Umstellung von 13 auf 12 Schuljahre im Gymnasium durch die Einführung des G8) wurde die sinnvolle Integration von Übung *in* der Schule in Form so genannter *Intensivierungsstunden* wieder aufgegriffen und eingeführt.

„Intensivierungsstunden sind besondere Stunden für die individuellere Förderung der Schüler in kleineren Lerngruppen. Diese Stunden dienen nicht der Vermittlung von Lehrplaninhalten. Vielmehr sollen sie den individuellen Lernprozess durch gezieltes Üben, Wiederholen und Vertiefen unterstützen“

(Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, S. 5).

Dabei wird die angstfreie Atmosphäre in den Intensivierungsstunden ohne Bewertungs- und Notendruck hervorgehoben.

4.2 Der Begriff der „Fehlerkultur“

*Errare humanum est.
... nur in der Schule nicht erlaubt.*

Die Möglichkeit, Fehler zu machen und aus den Erfahrungen zu lernen, ist ein wesentlicher Bestandteil des Lernens. Im schulischen Kontext werden Fehler in der Regel vermieden - schon GrundschülerInnen merken schnell, dass Fehler im Unterricht nicht erwünscht sind (Morawietz, 1997). SchülerInnenfehler werden in vielen Übungsformen lediglich als Abweichung von der Norm und dem Nicht-Erreichen bestimmter Lernvoraussetzungen festgestellt - eine Auseinandersetzung mit Fehlersituationen und deren Bedingungen findet kaum statt (vgl. Geering, 1995; Kornmann, 1998). In vielen Fällen wird das Lernen aus Fehlern nicht systematisch angeleitet und unterstützt (vgl. Crespo, 2002). Im schlechtesten Fall herrscht ein Klima der Fehlervermeidung, wobei die LehrerInnen vermehrt an Ergebnissen anstelle von Lernprozessen interessiert sind und somit eine leistungsorientierte Atmosphäre schaffen (vgl. Anderman & Midgley, 2004). Fehlerrückmeldungen, die diffamierend erfolgen, verstärken Angst vor Fehlern.

Ein positiver Umgang und die Nutzung als Lernanlass gehören zu einer „Fehlerkultur“ (Oser & Hascher, 1997). Wesentliche Voraussetzungen für eine „fehlerfreundliche Schule“ sind laut Oser et al. (1999) das Vermeiden derartiger negativer Schlüsselerlebnisse durch z.B. motivierende Rückmeldungen - eine sofortige Korrektur ohne Tadel mit anschließendem Lob (vgl. Rollett, 1997). Negative Auswirkungen (Frustration, Angst vor Fehlern und vor schlechten Leistungen) sind zu vermeiden, während positive Emotionen, wie etwa Freude nach der Verbesserung des begangenen Fehlers durch entsprechendes Lob und Vermeidung des o.g. Bermudadreiecks der Fehlerkorrektur, gefördert werden sollen. Zudem ist die Entwicklung von Fehlertoleranz erstrebenswert. Subjektive Theorien der Lehrpersonen über SchülerInnenfehler (Fehler als Indikator für mangelnde Kompetenz versus Lernanlass)

sind dabei mitentscheidend, da sie die Art der Rückmeldung bestimmen. Gerade in Fehlersituationen werden Erwartungseffekte von Lehrpersonen besonders wirksam. Tiedemann (2000) konnte in einer Untersuchung zeigen, dass Grundschullehrkräfte geschlechtsspezifische Ursachenzuschreibungen für schlechte Mathematikleistungen vornehmen: (Unerwarteter) Misserfolg und Fehler werden bei Mädchen vermehrt mangelnder Fähigkeit anstelle geringer Anstrengung zugeschrieben. Ähnliche Ergebnisse fanden bereits Jussim und Eccles (1992) bei SchülerInnen der 6. Jahrgangsstufe.

In einer bereits erwähnten Studie von Meyer und Turner (2002) wurden positive Emotionen deutlich häufiger in Klassen erlebt, in denen die SchülerInnen optimal gefordert wurden. Neben hohem Engagement und Autonomieunterstützung herrschte in diesen Klassen eine positive Fehlerkultur, in denen die Lehrkräfte Fehler als natürlichen Aspekt des Lernprozesses ansahen. Diese Haltung ermöglicht einen Unterricht, in dem SchülerInnen explorativ und neugierig Inhalte erarbeiten. Vergleiche unterschiedlicher Unterrichtspraktiken im Fach Mathematik (Baumert, Bos & Lehmann, 2000; Baumert et al., 1997, 2001) machen deutlich, dass die Etablierung einer Fehlerkultur durchaus möglich ist und (z.B. im japanischen Mathematikunterricht) erfolgreich realisiert wird. Darin werden SchülerInnen häufiger aufgefordert und unterstützt, unterschiedliche Lösungsansätze zu generieren (Schleppenbach, Flevaris, Sims & Perry, 2007; Stiegler, Gallimore & Hiebert, 2000). Demnach werden auch inkorrekte Lösungsvorschläge vermehrt diskutiert (Klieme & Baumert, 2001). Insbesondere in konstruktivistisch orientierten Lehr-Lern-Arrangements, in denen entdeckendes Lernen betont wird, ist der Umgang mit SchülerInnenfehlern von zentraler Bedeutung (vgl. Beck, Guldimann & Zutavern, 1995; Sembill, Wolf, Santjer, Schumacher & Wuttke, 1998).

Aus den Unterrichtsbeobachtungen von Spychiger, Oser, Hascher und Mahler (1999) zum Verhalten von schweizerischen Lehrkräften in Fehlersituationen wurden folgende Verhaltensweisen erfolgreichen Umgangs mit Fehlern identifiziert: individuelles Eingehen auf jeden Schüler, kreativer und didaktisch einfallsreicher Umgang mit dem Fehler und Betonung des Lernpotenzials, sowie entsprechend positive Körpersprache und nonverbale Signale (Spychiger et al., 1999, S. 48). Nicht allein aufgrund der mangelnden Konkretisierung seitens der Autoren stellen diese Aspekte eine große Herausforderung für Lehrkräfte dar. LehrerInnen reagieren nonverbal oftmals negativ auf SchülerInnenfehler (vgl. Büeler & Spychiger, 2000), wobei dieses Verhalten von den SchülerInnen nicht minder „lesbar“ ist (Rheinberg & Minsel, 1994). Wie Analysen der TIMS-Studie gezeigt haben, übernehmen LehrerInnen kulturspezifische Skripts zur Gestaltung von Unterricht (Stigler &

Hiebert, 1999), wobei der Unterschied zwischen *Lern- und Prüfungssituation* nicht betont wird (Weinert, 1997; siehe Kapitel 4.3.2). Diese Vermischung von Lernen und Bewertung vermittelt SchülerInnen das Bild einer ständigen Evaluierung, was die Förderung einer positiven Fehlerkultur erschwert. Bei der Umsetzung der von Oser und Spychiger (2006) formulierten Leitsätze für einen positiven Umgang mit Fehlern ergeben sich weitere Defizite von Lehrkräften:

- Mangelnde diagnostische bzw. fehleranalytische Kompetenz
- Übungsphasen wird zu wenig Aufmerksamkeit bzw. Zeit gewidmet
- Negatives Lernklima - Reaktionen der MitschülerInnen auf Fehler von Klassenkollegen
- Widerstand der Lehrkräfte durch mangelnde Fehlerbereitschaft und -toleranz oder Rechtfertigung mit Zeitmangel

Auch wenn die Lehrperson das Klassenklima (vgl. Eder, 1996) und den Zusammenhalt (versus Konkurrenz) der MitschülerInnen fördern kann (König, 2007), sind die Reaktionen der MitschülerInnen nur schwer beeinflussbar. Trotz oben genannter Punkte wird *von SchülerInnen* das Verhalten ihrer Lehrkraft in der Regel positiv bewertet: In den Untersuchungen von Spychiger und Kollegen (1999) schätzten die SchülerInnen den Umgang ihrer Lehrpersonen im Sinne von Fehlerfreundlichkeit als gut ein. Lediglich die eigene „Fehler-Lernorientierung“ wurde nicht immer hoch eingestuft. Für die Entwicklung eines positiven Umgangs mit Fehlern reicht ein fehlertolerantes Verhalten der Lehrkraft allein demnach nicht aus. Es müssen zusätzliche Maßnahmen getroffen werden, um eine Fehler-Lernorientierung der SchülerInnen zu fördern. Der Einsatz von Computern kann hilfreich sein, einen ersten Schritt zum Aufbau einer Fehler-Lernorientierung zu leisten, da oben genannte Problempunkte (z.B. individuelle Diagnostik) effektiver umgesetzt oder MitschülerInnen-Reaktionen vermieden/kontrolliert werden können.

4.3 Beim Üben aus Fehlern lernen

„*The opportunity to make mistakes and experience failures is essential for learning*“
(Schank & Neaman, 2001)

Fehlschläge können *ermutigen* oder *entmutigen*, Beweggrund für vermehrte Anstrengung oder Resignation sein. Die Frage, wie SchülerInnen auf Misserfolge reagieren, ist wichtig,

da alle in ihrer Schulzeit kleinere oder größere Misserfolge erleben (Brunstein, 1995). In der Übungsphase spielen Fehler eine nicht unbedeutende Rolle. Dabei ist wichtig, dass diese Fehler nicht zur Leistungsbeurteilung herangezogen werden (Spychinger et al., 1999; vgl. Weinert, 1997). Fehler in Phasen des Fertigkeitenerwerbs (Anderson, 2001) können Selbsterklärungs- und Reflexionsprozesse in Gang setzen, die wiederum zu einem tieferen Verständnis führen (vgl. „impasse-driven learning“ VanLehn, 1999; VanLehn, Siler, Murray, Yamauchi & Baggett, 2003). Wesentliche Voraussetzung dafür sind dabei allerdings sowohl die Einstellung des Lernenden (und auch des Lehrenden!) als auch die Art der Rückmeldung nach begangenen Fehler.

„Einer der wichtigsten und am besten gesicherten Ergebnisse der Feedbackforschung lautet, dass wir am meisten aus unseren Fehlern lernen“ (Jacobs, 2002). Rückmeldung (siehe Kapitel 2.3.1) und unmittelbare Unterstützung nach Fehlern sind dabei entscheidende Faktoren im Lernprozess (vgl. Schank, 1999; Laue & Putz-Osterloh, 2002). Dabei kann unmittelbare Rückmeldung auch ein *Hinweis* auf einen Fehler bedeuten. Basierend auf Beobachtungen menschlicher Tutoren (Lepper & Chabay, 1988; Merrill, Reiser, Merrill & Landes, 1995; Merrill et al., 1992) gehen neuere Untersuchungen zur Computerunterstützung der Frage nach, wie SchülerInnen selbst aus ihren Fehlern lernen können (z.B. Koedinger & Alevan, 2007; Mathan & Koedinger, 2005) und inwiefern auf diese Weise selbstregulative Kompetenzen gefördert werden können (vgl. Butler & Winne, 1995). Dazu ist ein Umfeld notwendig, in dem Fehler nicht als persönliches Versagen, sondern als konstruktive Lernanregungen und Lernanlass gesehen werden (McLeod, 1992; Reusser, 2000).

Schank und Neaman (2001) formulieren die Bedeutung von Fehlern wie folgt:

“Failure is critical to learning (Schank, 1999). In order to reach the point of expertise, people first have to make and explain many mistakes. Simulations enable novices to make these mistakes in environments where the result won't be catastrophic.”

Einfache mathematische Computerprogramme können solch eine „geschützte Lernumgebung“ darstellen, in der Fehlermachen „privat“ erlebt wird und keine selbstwertgefährdende Situation (vgl. Oser & Hascher, 1997) darstellt.

Die Reaktion auf Fehler und Misserfolg ist nicht nur bedeutsam für selbstgesteuertes Lernen, sondern auch für die intrinsische Motivation (Csikszentmihalyi, 1975) und

leistungsmotiviertes Handeln. Turner, Thorpe und Meyer (1998) konnten zeigen, dass SchülerInnen der 5. und 6. Jahrgangsstufe emotional stark auf Fehler und Misserfolg reagieren und diese negativen Emotionen mit geringerer Selbstwirksamkeit, weniger Präferenz für herausfordernde Aufgaben, weniger tiefen Verarbeitungsstrategien und einem weniger konstruktiven Umgang mit Fehlern einhergehen. Im Allgemeinen ist davon auszugehen, dass Fehler als Hindernisse bei der Zielerreichung negative Emotionen hervorrufen (vgl. Mandler, 1979; Scherer, 1990; „Affective-Events-Theory“ nach Weiss & Cropanzano, 1996). Attributionsmuster spielen dabei eine wichtige Rolle: In einer älteren Studie konnten Clifford, Kim und McDonald (1988) zeigen, dass Anstrengungs- und Strategiewahl-Attributionen mit günstigeren Fehlerreaktionen nach Misserfolg einhergehen, als Zuschreibungen mangelnder Fähigkeit. Die Operationalisierung des fehlertoleranten Verhaltens weist Parallelen mit dem Konstrukt der Lernziel-, Task- oder Mastery-Orientierung⁵ (Ames, 1992; Dweck, 1986, 1999; Nicholls, 1988) auf, das in folgendem Kapitel näher betrachtet wird.

4.3.1 Konstruktiver Umgang mit Fehlern und Lernzielorientierung

Bei einer Mastery- oder Lernzielorientierung steht die Verbesserung eigener Fertigkeiten und Fähigkeiten im Mittelpunkt. Fehler werden als Lerngelegenheit gesehen. Ein konstruktiver Umgang mit Fehlern stellt demnach einen wesentlichen Bestandteil lernzielorientierten Handelns dar. Fragebogenitems aus unterschiedlichen Untersuchungen zu Mastery-Orientierung (z.B. „*Making mistakes is part of learning.*“ (Ames, 1992); „*I like school work that I'll learn from, even if I make a lot of mistakes.*“ (Midgley et al., 1998); „*I like problems that I'll learn something from, even if they're so hard that I'll get a lot wrong.*“ (Dweck & Leggett, 1988)) und Performanzzielen (z.B. „*I really don't like to make mistakes.*“ (Ames, 1992)) verdeutlichen die Rolle der Einstellung zu Fehlern (vgl. Schunk, Pintrich & Meece, 2008, S. 185).

Lernzielorientierte SchülerInnen verfolgen demnach das Ziel, die eigenen Kompetenzen zu erweitern und bemessen ihre Lernfortschritte an individuellen Maßstäben. Im Gegensatz dazu ist bei einer Leistungszielorientierung (performance- oder ego-Orientierung³) das Leistungsergebnis *im Vergleich zu anderen* vordergründig. Neuere Studien unterscheiden bei beiden Zielorientierungen zusätzlich zwischen Annäherungs- und Vermeidungszielen (z.B. Elliot & Church, 1997; Elliot & McGregor, 2001; Pintrich, 2000). Bei einer Annäherungs-Leistungszielorientierung geht es primär darum, besser zu sein als andere und

⁵ In dieser Arbeit werden die Bezeichnungen synonym verwendet.

die eigenen Fähigkeiten vor den MitschülerInnen zu demonstrieren. Eine Vermeidungs-Leistungszielorientierung zielt demgegenüber darauf ab, eigene Schwächen und Inkompetenzen zu verbergen. Annäherungs-Lernziele entsprechen den obigen Ausführungen, während eine Vermeidungs-Lernzielorientierung am ehesten mit Perfektionismus und der Befürchtung, den Lerninhalt nicht 100%ig zu verstehen, vergleichbar ist. Das Vermeidungsverhalten resultiert dabei aus der Angst vor persönlichem Misserfolg aufgrund eines (zu) hohen eigenen Maßstabes. Es ist davon auszugehen, dass vorwiegend Erwachsene oder ältere SchülerInnen diese Orientierung aufweisen, auch wenn Elliot & McGregor (2001) alle vier Orientierungen anhand einer Stichprobe von SchülerInnen empirisch belegen konnten (vgl. Cury, Elliot, Fonseca & Moller, 2006).

Eine umfassende Übersicht zur Theorie der Zielorientierungen geben Schunk, Pintrich und Meece (2008) oder Anderman und Wolters (2006).

Wenn man sich mit dem Konstrukt individueller Zielorientierungen auseinander setzt, kommt man zu dem Schluss, dass diese mit der subjektiven Einstellung zum Fehlermachen zusammenhängen. Die Fehler Lernorientierung von SchülerInnen (vgl. Kapitel 4.2) spiegelt sich in deren Lern- oder Leistungszielorientierung unterschiedlich wider.

Nach Untersuchungen von Dweck und Mitarbeitern mit SchülerInnen der 5. Jahrgangsstufe geht Lernzielorientierung mit einem besseren Umgang mit Fehlern einher, was sich förderlich auf Lernverhalten und Schulleistungen auswirkt (vgl. Elliot & McGregor, 2001). Speziell in Fehlersituationen scheint sich (unabhängig von der subjektiven Einschätzung eigener Fähigkeiten) eine individuelle Lernzielorientierung positiv auf das Anwenden von Problemlösestrategien auszuwirken (Farrell & Dweck (1985; zitiert nach Dweck et al., 2004). In einer Studie von Schunk (1996) lösten lernzielorientierte SchülerInnen signifikant mehr mathematische Problemlöseaufgaben als jene, die Leistungsziele verfolgten und zeigten darüber hinaus mehr Freude bezüglich ihrer individuellen Leistungsfortschritte. Lernzielorientierte SchülerInnen zeigen darüber hinaus mehr Ausdauer und kontinuierliches Lernengagement (z.B. Miller, Greene, Montalvo, Ravindran & Nichols, 1996) und begründen ihr Versagen nur selten mit mangelnden Fähigkeiten (Ames, 1984; 1992).

Performanzzielorientierte SchülerInnen hingegen (trotz hohem positiven Fähigkeits-selbstkonzept!) erbringen nach Fehlern und wiederholtem Misserfolg schlechtere Leistungen (Elliot & Dweck, 1988). Sie suchen in geringerem Ausmaß Unterstützung und Hilfe bei Verständnisschwierigkeiten (Butler, 1998, 2006) und entwickeln darüber hinaus vermehrt self-handicapping Strategien (vgl. Urdan, 2004). Neben Selbstwirksamkeit und Leistungsniveau (vgl. Karabenick, 2004) ist auch die von den SchülerInnen wahrgenommene

Unterstützung der Lehrkraft von Bedeutung. So stand in einer Studie von Butler und Shibaz (2008) die Mastery-Orientierung der Lehrkraft in Zusammenhang mit einer vermehrt von den SchülerInnen wahrgenommenen Unterstützung, welche wiederum ein signifikanter Prädiktor für „help seeking“ der SchülerInnen darstellte.

Insbesondere scheint eine Vermeidungs-Leistungszielorientierung mit geringerem Engagement, weniger Anstrengungsbereitschaft und schlechteren Leistungen einherzugehen (z.B. Elliot & Covington, 2001; Kaplan, Middleton, Urdan & Midgley, 2002; Skaalvik, 1997; Tuominen-Soini, Salmela-Aro & Niemivirta, 2008).

Im BIJU-Projekt (vgl. Baumert et al., 1996) konnte im Fach Mathematik gezeigt werden, dass eine ausgeprägte Leistungszielorientierung zu geringeren Lernerfolgen führt als eine ausgeprägte und stabile Lernziel- bzw. Aufgabenorientierung (Köller, 1998). Der Vorteil einer Lernzielorientierung (speziell bei komplexen Aufgaben) wurde in einer Metaanalyse experimenteller Studien (Utman, 1997) mit einer mittleren Effektstärke von $d = 0.53$ nachgewiesen. Lediglich einige Korrelationsstudien konnten den positiven Zusammenhang zwischen Lernzielorientierung und Leistung nicht belegen (z.B. Elliot, McGregor & Gable, 1999; Harackiewicz et al., 1998).

Ebenso wie ein positives Fähigkeitsselbstkonzept hängt die Erreichung von Zielen und eine ausgeprägte Lernzielorientierung positiv mit Lernemotionen zusammen: Es werden vermehrt positive und in geringerem Ausmaß negative Emotionen erlebt (vgl. Boekaerts, 1993; Knollmann & Wild, 2007; Linnenbrink & Pintrich, 2000, 2002; Nicholls, Patashnick & Nolen, 1985; Stipek, Salmon, Givvin & Kazemi, 1998) - auch nach Misserfolg (vgl. Diener & Dweck, 1980). Eine Mastery-Orientierung steht in positivem Zusammenhang mit subjektivem Wohlbefinden (Kaplan & Maehr, 1999; Tuominen-Soini et al., 2008) beziehungsweise positiven schulischen Emotionen (Roeser, Midgley & Urdan, 1996).

In einer Metaanalyse aus 23 experimentellen Studien fanden Rawsthorne und Elliot (1999) einen positiven Zusammenhang zwischen Lernzielorientierung und dem berichteten Erleben von Interesse und Freude. Auch in einer Studie von Harackiewicz et al. (2002) wiesen lernzielorientierte SchülerInnen ein höheres Interesse (bei Middleton & Midgley (1997) zudem ein höheres Fähigkeitsselbstkonzept) auf. Leistungszielorientierte SchülerInnen erleben hingegen mehr Stress und Scham (Linnenbrink & Pintrich, 2000, 2002). Insbesondere vermeidungs-leistungszielorientierte SchülerInnen erleben weniger Freude und Interesse und vermehrt Angst (z.B. Linnenbrink, 2005; Middleton & Midgley, 1997; Skaalvik, 1997, Sideridis, 2005).

Elliot und McGregor (2001) fanden Zusammenhänge zwischen Angst vor Fehlern und Leistungszielorientierung (durchschnittliche β -Koeffizienten um .30), nicht aber in Bezug auf eine Mastery-Approach-Orientierung. Die Möglichkeit durch Hindernisse oder Fehler zu lernen steht bei lernzielorientierten SchülerInnen stärker im Vordergrund als die Angst zu versagen oder schlechtere Leistungen als andere zu zeigen (Dweck & Leggett, 1988; Müller & Dweck, 1998). Darüber hinaus besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Mastery-Orientierung und der Suche nach (neuen) Herausforderungen (Meyer, Turner & Spencer, 1997) bzw. eine negative Korrelation diese zu vermeiden (z.B. $r = -.54$ in Bezug auf Mathematik laut Vogler & Bakken, 2007).

Es stellt sich die Frage, ob eine bestimmte Gruppe von SchülerInnen diese „positiven“ motivationalen Orientierungen verstärkt aufweisen. Lernzielorientierung geht nicht automatisch mit hoher Leistungsstärke oder Begabung einher. Leistungsstarke SchülerInnen können eine ausgeprägte Leistungszielorientierung aufweisen. Unter diesen Umständen können sogar leistungsstarke SchülerInnen Angst vor Fehlern entwickeln, vor allem, wenn sie im Umgang mit schwierigen Aufgabenstellungen nicht geübt sind, da sie in der Regel mit Aufgaben konfrontiert werden, die für sie einfach zu lösen sind (Dweck, 1999). (Auch leistungsstarke) SchülerInnen mit einer ausgeprägten Leistungszielorientierung ergreifen bei bevorstehendem Misserfolg Maßnahmen zum Schutz des eigenen Selbstwerts, wie Beendigung der Aufgabenbearbeitung und Vermeidungstaktiken, (simulierte) Langeweile oder Beschäftigung mit aufgabenirrelevanten Tätigkeiten (Dweck & Leggett, 1988).

Bestimmte Emotionen können allerdings auch eine vermittelnde Rolle zwischen Zielorientierung und Leistung spielen: In einer Untersuchung mit 220 Studierenden konnten Pekrun et al. (2007) beispielsweise für Ärger eine negative Mediatorfunktion zwischen Mastery-Orientierung und Leistung belegen - jedoch keine positiv vermittelnde Rolle von Freude (siehe auch Pekrun, Elliot & Maier, 2009). Auch in dieser Studie wurde kein direkter Einfluss von Lernzielorientierung auf die Leistung gefunden.

Erwartungsgemäß wirken sich motivationale Zielorientierungen auf Ursachenerklärungen von Erfolg und Misserfolg (vgl. Duda & Nicholls, 1992) aus. Empirische Befunde zeigen, dass eine Lernzielorientierung mit günstigen Attributionsmustern zusammenhängt und wiederum Stolz bei Erfolg bzw. Schuld bei schlechten Leistungsergebnissen sowie eine positive Einstellung zum Lernen fördert. Eine Leistungszielorientierung geht dagegen mit negativen Attributionsmustern einher und ruft ausschließlich negative Emotionen bei Misserfolgserlebnissen hervor (vgl. Schunk, Pintrich & Meece, 2008, S. 191 bzw. auch Ames, 1992; Dweck & Leggett, 1988). Lernzielorientierte SchülerInnen führen zunehmende

Fähigkeit auf vermehrte Anstrengung zurück - während leistungszielorientierte SchülerInnen häufig Fähigkeitsattributionen sowohl bei Erfolg als auch Misserfolg vornehmen (Schunk, Pintrich & Meece, 2008).

Interindividuelle (Trait-) Unterschiede in Zielorientierungen dürften sich jedoch stärker in mehrdeutigen oder neutralen Situationen auswirken - in eindeutig interpretierbaren Situationen mit deutlichen Hinweisreizen treten individuelle Faktoren in den Hintergrund sodass situationsbedingte Merkmale, wie z.B. Aufgabenschwierigkeit oder aktuelle Verständnisschwierigkeiten (Prawat & Anderson, 1994) die emotionale Reaktion der SchülerInnen stärker beeinflussen (vgl. Kenrick & Funder, 1991).

4.3.2 Gelegenheiten zum Lernen aus Fehlern

Für effektives Üben sollte keine Leistungsbewertung, jedoch unmittelbare Rückmeldung erfolgen (vgl. Bruder, 2000). Weinert (1997; 1999) kritisiert in diesem Zusammenhang die bereits angesprochene Vermischung von Lern- und Leistungsphasen im deutschen Unterricht und fordert eine deutlichere Trennung (vgl. auch Baptist, 2000; Chott, 1999). SchülerInnen erleben allerdings wahrscheinlich alle Lernsituationen als Ausweis ihrer Leistung (Oser et al., 1999). In einer explorativen Studie von Peterson und Irving (2008) mit 9-10jährigen SchülerInnen wurde deutlich, dass diese nicht zwischen Bewertung (in Form von Noten) und Feedback unterscheiden bzw. beides als untrennbar verbunden sehen. Diese Auffassung belegt, dass im schulischen Unterricht nicht ausreichend zwischen Lern- und Leistungssituationen unterschieden wird und eine nicht bewertende Rückmeldung kaum erlebt wird. Die SchülerInnen dieser Studie gaben ebenfalls an, dass formatives Feedback speziell im Mathematikunterricht nur selten vorkommt.

Gerade in *Lernsituationen* (ohne Leistungsdruck) sind positive Emotionen, wie beispielsweise Freude oder auch situatives Interesse (vgl. Kapitel 3.2.4), von Bedeutung (Von Rhöneck, Grob, Schnaitmann & Völker, 1998). In einem Experiment von Trope und Neter (1994) zeigte sich, dass eine positive Stimmung von Studierenden nicht nur den Glauben an die eigene Leistungsfähigkeit steigerte, sondern sogar mit vermehrtem Interesse an *gescheiterten* Testabschnitten einherging. Demnach wendeten sich die Studierenden in positiver Stimmung fehlerhaften Lösungen vermehrt zu. In einer anderen Untersuchung von Efklides und Petkaki (2005) förderte experimentell induzierte positive Stimmung die Weiterbeschäftigung mit Mathematikaufgaben, ähnliche Effekte zeigten sich auch für positive Emotionen bei Physik-Lehrinhalten (Linnenbrink & Pintrich, 2004). In einer anderen Studie von Linnenbrink und Pintrich (2004) wurden selbstberichtete positive

und negative Emotionen von SchülerInnen der 5. und 6. Jahrgangsstufe während einer sechswöchigen Mathematik-Lerneinheit erhoben. Auch hier wurde ein Zusammenhang zwischen positiven Emotionen und vermehrter Anstrengung sowie kognitiven Regulationsstrategien gefunden.

Angst *in Lernsituationen* und damit auch Angst vor Fehlern stellt hingegen ein schwer überwindbares Hindernis für Lernen dar (Schank & Neaman, 2001). Sie unterstützt die Entwicklung einer negativen Einstellung zum Fehlermachen, und wird unter anderem durch Misserfolgserfahrungen im sozialen Kontext geprägt.

Umgekehrt ist anzunehmen, dass auch die Art des Fehlers (z.B. Flüchtigkeitsfehler vs. Verständnisfehler) für das Ausmaß der emotionalen Reaktion eine Rolle spielt: Krone, Hamborg und Gediga (2002) konnten zeigen, dass Fehler auf höherer Regulationsebene (von den Autoren sogenannte Wissensfehler) eher mit erlebter Hilflosigkeit einhergehen, während Fehler bei automatisierten Handlungsabläufen (z.B. Aufmerksamkeitsfehler) mit vermehrtem Ärger korrelierten.

Computerbasierte Übungsprogramme können die individuellen Reaktionsmuster auf Fehler nicht steuern, ermöglichen aber „privates“ Fehlermachen - frei von sozialen Konsequenzen und korrigierbar (vgl. Schank & Neaman, 2001; Schulmeister, 2000), was zu einer konstruktiven Haltung im Umgang mit Fehlern führen kann. Erwartungsgemäß sollten beim Lernen mit dem Computer speziell misserfolgsorientierte SchülerInnen mit niedrigem Selbstkonzept profitieren (vgl. Rheinberg 1985, S.98; Reusser, 2000; Roeder, 1998). Der Computer übernimmt die Rolle eines affektiv neutralen „Agenten“ (Tutors) (vgl. Kaput, 1989). Bereits in einer älteren Untersuchung von Hess et al. (1970, zitiert nach Gage & Berliner, 1986) nahmen SchülerInnen nach einem zweijährigen computerbasierten Mathematikförderunterricht Computer in signifikant größerem Ausmaß als fair und emotional neutral wahr. Zudem ist eine eindeutige Zuordnung als Lern- bzw. Übungsphase klar ersichtlich und durch die „Abwesenheit“ einer bewertenden Lehrperson deutlich.

Weil Leistungsbewertung und die Demonstration eigener Fähigkeiten in der Schule im Mittelpunkt stehen, sich viele Lehrkräfte an einer sozialen Bezugsnorm orientieren (vgl. Midgley, Anderman & Hicks, 1995; Rheinberg, 1980) und die Entwicklung von Lern- oder Leistungszielorientierung stark vom Verhalten der Lehrperson beeinflusst wird (vgl. Urdan, Midgley & Anderman, 1998, Urdan, 2004), liegt die Annahme nahe, dass SchülerInnen der Sekundarstufe zunehmend leistungszielorientiert denken und handeln (Krapp & Weidenmann, 2001). Weisen SchülerInnen in der Grundschule noch eine vermehrte

Lernzielorientierung auf (Schwinger & Wild, 2006), scheint diese in der weiteren Schulzeit tatsächlich abzunehmen (Anderman & Midgley, 1997; Midgley, 1993). In oben angeführten BIJU- Projekt (Baumert et al., 1994) betrug der Anteil aufgaben- bzw. lernzielorientierter SchülerInnen der Stichprobe mit beinahe 4000 deutschen Jugendlichen lediglich 13,7%. Fischer und Rustemeyer (2007) konnten eine signifikante Abnahme von Lernzielorientierung, Selbstwirksamkeit, Mathematikvalenz und von den SchülerInnen wahrgenommene individuelle Bezugsnormorientierung der Lehrkraft im Mathematikunterricht von der 5. auf die 6. Jahrgangsstufe belegen. Ein mastery-orientiertes bzw. -förderndes Verhalten der Lehrkraft (aus SchülerInnensicht) wirkte sich auf die Entwicklung einer Lernzielorientierung und die Fachvalenz der SchülerInnen aus.

Theoretisch sollten Bezugsnorm- und Zielorientierungen in enger Beziehung zueinander stehen (vgl. Köller, 2005), empirisch deuten moderate Korrelationen aber auf zwei getrennte Konstrukte hin (z.B. Schöne, Dickhäuser, Spinath & Stiensmeier-Pelster, 2004). Werden Zielorientierungen als das Streben nach bestimmten Zielen verstanden, während Bezugsnormorientierungen als Präferenz für einen bestimmten Bewertungsmaßstab angesehen werden, ist der Unterschied auch inhaltlich begründbar. In vorliegender Arbeit werden Zielorientierungen SchülerInnen zugeschrieben, während die Bezugsnormorientierung von der Lehrkraft ausgeht (die allerdings von SchülerInnen subjektiv eingeschätzt wird). Auch der positive Umgang mit Fehlern durch SchülerInnen stellt einen wesentlichen Aspekt von Lernzielorientierung dar. Dabei ist Fehlerakzeptanz bzw. Einstellung der Lehrkraft, Fehler als Lernchancen zu nutzen ein wichtiger Indikator eines mastery-orientierten Unterrichts (vgl. Turner et al., 2002). Ein lernzielorientierter Unterricht kann die Lernzielorientierung der SchülerInnen fördern (Ames, 1992; Anderman & Midgley, 1997; Kaplan & Maehr, 1999).

Lernumgebungen können durchaus so gestaltet sein, dass sie eine Lernzielorientierung fördern (vgl. Melis, 2004). Die kontinuierliche Rückmeldung individueller Lernfortschritte kann mit dem Einsatz von Computer-Lernprogrammen realisiert werden. Die Gestaltung des Feedbacks nimmt dabei eine bedeutsame Stellung ein (vgl. Mory, 1996). Einerseits kann die Vermeidung kompetitiven und die Betonung individualisierten Lernens Lernzielorientierung begünstigen, andererseits kann durch lernzielorientiertes Feedback die Auseinandersetzung mit herausfordernden Aufgaben gefördert werden (Hoska, 1991; zitiert nach Sales, 1993). Zudem können regelmäßige Rückmeldungen Fortschritte erkennbar machen und lehren, dass Anstrengung sowie Fehler zum Lernen gehören (vgl. Hoska, 1993).

Von den Vorschlägen zur Förderung einer Lernzielorientierung (vgl. Schunk, Pintrich & Meece, 2008, S. 200) scheinen die meisten durch geeignete Computerprogramme realisierbar:

- **design task for novelty, variety, diversity, and interest**
Bereits der Einsatz von computerbasierten Übungsprogrammen kann eine motivationsfördernde Wirkung ausüben.
- **design tasks that are challenging but reasonable in terms of students' capabilities**
Individualisierung ermöglicht optimale Herausforderung und fördert intrinsische Motivation.
- **focus on individual improvement, learning progress, and mastery**
Individualisiertes Feedback und die Betonung individueller Lernfortschritte können deutlicher umgesetzt werden.
- **strive to make evaluation private, not public**
Computerbasierte Übungsprogramme ermöglichen „privates“ Fehlermachen, frei von sozialen Konsequenzen und Bewertungen.
- **help students see mistakes as opportunities for learning**
Computerbasierte Lernumgebungen ermöglichen kontinuierliches und unmittelbares Feedback.

In einem Fazit von Spinath und Stiensmeier-Pelster (2003) heißt es:

„Settings that highlight learning goals lay emphasis on individual learning progress and task enjoyment and avoid competitive, result-focussing elements. Individuals with a low ability concept benefit from such learning goal conditions.“ (S. 420)

Eine angstfreie Lernumgebung, in der konstruktiv aus Fehlern gelernt und Lernzielorientierung gefördert wird, muss dabei nicht mit dem Computer realisiert werden: Die Ergebnisse einer älteren Evaluation eines Programms für Erwachsene mit negativem Fähigkeitsselbstkonzept und misserfolgsgeprägter Lerngeschichte in Mathematik (Burton, 1987) zeigen neben hohem Erfolg in den Leistungen, positive Veränderungen im mathematischen Selbstkonzept und emotionalen Befinden. Auch aktuelle Interventionsstudien zu Fähigkeitsüberzeugungen und Zielorientierungen von SchülerInnen (Aronson, Fried & Good, 2002; Blackwell, Trzesniewski & Dweck, 2007; Fischer & Rustemeyer, 2007) wirken vielversprechend. In der Untersuchung von Aronson et al. (2002) profitierten alle SchülerInnen der Experimentalgruppe, und speziell Mädchen (gemessen an den Ergebnissen eines Mathematikleistungstests) an „variablen-Fähigkeits-Mastery-Rückmeldungen“.

In einem Blindversuch von Blackwell et al. (2003) wurden den SchülerInnen der Versuchsgruppe jeder Klasse einmal pro Woche in einem Workshop lernzielorientierte Grundhaltungen (*incremental theory of intelligence* nach Dweck, 1999) vermittelt. Am Ende der achtwöchigen Intervention wurden die Mathematiklehrkräfte nach Veränderungen hinsichtlich der Motivation aller SchülerInnen befragt und berichteten über einen signifikanten Unterschied in erwarteter Richtung. Dieser Unterschied spiegelte sich auch in besseren Mathematiknoten nach der Intervention wider.

Motivationsfördernde Maßnahmen - computerbasiert oder nicht - scheinen demnach ebenso wichtig zu sein wie Förderung auf kognitiver Ebene. Allerdings ist die positive Einstellung von Lehrkräften zu SchülerInnenfehlern, eine klare Trennung von Lernprozessen und Leistungsbeurteilungen entscheidend, wenn auch nicht einfach realisierbar (Chott, 1999).

4.4 Das Klassenklima als bedeutsame Einflussgröße

Für einen gelingenden Umgang mit Fehlern ist neben den oben dargestellten individuellen und situativen Faktoren das Unterrichtsklima wesentlich (vgl. Spychiger et al., 2006).

„Schulklassen stellen traditionell diejenigen Organisationseinheiten dar, in denen schulisches Lernen und Lehren stattfindet. Der soziale Kontext bestimmt nicht nur die kognitiven Entfaltungsmöglichkeiten, sondern auch Entwicklungen im motivationalen, sozialen und emotionalen Bereich der Schülerpersönlichkeit.“
(Pekrun & Fend, 1991)

Die Berücksichtigung der für jeden Schüler/ jede Schülerin wichtigsten Referenzgruppe - der Klasse - rückte in den letzten Jahrzehnten zunehmend in das Blickfeld empirischer Schulforschung (z.B. Frenzel, Pekrun & Götz, 2007a). Der Einfluss der Klasse auf Selbstkonzept und lern- und leistungsbezogene Emotionen wurde in Kap. 3.1 bereits erläutert. Der schulische Unterricht und das vorherrschende Klima spielen auch eine wichtige Rolle im Umgang mit Fehlern (vgl. Kapitel 4.1). Unterrichtsklima wird dabei als kollektiv geteilte Wahrnehmung (vgl. Pekrun & Helmke, 1991) bzw. als gemeinsame subjektive Wahrnehmung (Jerusalem, 1997; Jerusalem & Schwarzer, 1991) verstanden. Dies ist allerdings nur sinnvoll, wenn zumindest eine gewisse Übereinstimmung in der Klimawahrnehmung zwischen den SchülerInnen einer Klasse besteht (vgl. Saldern & Littig, 1987).

In empirischen Studien hat sich gezeigt, dass das Klima von Schulklassen einen Einfluss auf die Entwicklung des Selbstkonzeptes der SchülerInnen ausüben kann (DeCharms, 1973; Dreesmann, 1980; Jerusalem, 1997; Jerusalem & Schwarzer, 1991, Jerusalem & Mittag, 1998; Pekrun, 1985; Schwarzer, 1983), wobei das Selbstkonzept von SchülerInnen in Klassen mit ungünstigem Klima vergleichsweise geringer ausgeprägt ist. Wettbewerb und Konkurrenz innerhalb der Klasse stellen einen zentralen Aspekt des Klassenklimas dar (Gasteiger-Klicpera & Klicpera, 1998, S. 100). Klassen mit positivem Klima (vgl. Jerusalem & Schwarzer, 1991) waren durch geringen Leistungs- und Konkurrenzdruck sowie soziale Unterstützung und klare Unterrichtsstrukturen gekennzeichnet. Die Autoren argumentieren, dass Leistungs- und Konkurrenzdruck dem Unterricht einen bedrohlichen Charakter verleihen, was zu Leistungsangst und Selbstwertminderung führt. Zudem ist zu erwarten, dass mit zunehmendem Wettbewerb vermehrte Prüfungsangst hervorgerufen wird (Krapp & Weidenmann, 2001). Ergebnisse von Helmke (1983), Pekrun (1992) und Frenzel et al. (2007a) stützen diese Annahme, letztere berichten allerdings auch einen positiven Zusammenhang zwischen Wettbewerb und Freude.

GymnasiastInnen scheinen in geringerem Maß Konkurrenz zu erleben als SchülerInnen anderer Schulformen (vgl. Tillmann, Holler-Nowitzki & Holtappels, 1999; König, 2007), allerdings variiert der wahrgenommene Wettbewerb auch zwischen Schulen derselben Schulform (vgl. Ditton & Kreckler, 1995).

Besonders wichtige Komponenten scheinen die wahrgenommene Lehrerunterstützung, die erlebte Zuwendung sowie die (bereits erläuterte) wahrgenommene Bezugsnorm der Lehrperson zu sein (vgl. Rheinberg & Siegbert, 1993). Ames & Archer (1988) konnten zeigen, dass die individuelle Bezugsnorm einer Lehrkraft in engem Zusammenhang mit der Wahl von herausfordernden Aufgaben und einer motivational günstigen Attribution von Erfolg und Misserfolg der SchülerInnen steht. Wie bereits erwähnt, wird die Entwicklung von Lern- oder Leistungszielorientierung der SchülerInnen vom Verhalten und der Bezugsnorm der Lehrkraft entscheidend geprägt. Darüber hinaus beeinflusst auch der Klassenkontext und hier die vorherrschende Zielorientierung die individuellen Zielorientierungen (vgl. Kaplan, Middleton, Urdan & Midgley, 2002; Midgley, 2002) - bei älteren SchülerInnen auch Zielstrukturen auf Schulebene (Maehr, 1991). Die Lehrperson kann also bis zu einem bestimmten Grad das Klassenklima bzw. den Zusammenhalt oder die Konkurrenz unter den SchülerInnen beeinflussen (vgl. Jerusalem, 1997; König, 2007; Gasteiger-Klicpera & Klicpera, 1998).

Cobb, Yackel und Wood (1989) konnten zeigen, dass eine Lernatmosphäre in der positive Emotionen überwiegen und Fehler nicht als Versagen, sondern als Chance zur Reflexion interpretiert werden, besonders im Mathematikunterricht wichtig ist, da in Mathematik bei vielen SchülerInnen nicht von vornherein Erfolg vorausgesetzt werden kann. „Es sollte ein Klima vorherrschen, welches die SchülerInnen anregt, das kontrollierbare Risiko des Scheiterns einzugehen“ (Satow, 1999).

Konstruktivistischer Mathematikunterricht zielt darauf ab, dass SchülerInnen selbstständig Lösungsansätze für Probleme entwickeln und diese im Klassenkontext diskutieren (z.B. DeCorte, 2003). Allerdings werden die dafür notwendigen Lehr- und Unterrichtsformen von Mathematiklehrkräften oftmals nicht umgesetzt (z.B. Widodo & Duit, 2004) oder sind an die individuellen Voraussetzungen nicht angepasst. Um derartige Lerngegebenheiten im deutschen und österreichischen Mathematikunterricht effektiv umzusetzen, müssen SchülerInnen den Unterricht als *Lernsituation* auffassen, konstruktiv mit eigenen Fehlern umgehen können und somit eine Lernzielorientierung anstelle einer Leistungszielorientierung aufweisen. Wenn man bedenkt, dass viele Mathematiklehrkräfte ein eher leistungszielorientiertes und auf Fehlervermeidung abzielendes Klima im Mathematikunterricht schaffen, scheint die Annahme nahe liegend, dass konstruktivistische Unterrichtskonzepte für SchülerInnen ungewohnt sind. Aus diesem Blickwinkel erscheinen auch die Ergebnisse von Mathematikunterrichts-Videoanalysen von Hugener et al. (2009) nicht verwunderlich, die signifikant verstärkt negative und weniger positive Emotionen der SchülerInnen in konstruktivistisch-entdeckenden Unterrichtssettings belegen.

4.5 Zusammenfassung

Insbesondere im Fach Mathematik, in dem Übung ein hoher Stellenwert zukommt, ist ein konstruktiver Umgang mit Fehlern wichtig und von unterschiedlichen emotionalen Begleitprozessen gekennzeichnet. Im Mathematikunterricht findet Übung in der Regel nicht in optimaler Weise statt: Oftmals fehlt eine klare Trennung zwischen Lernen (ohne Bewertung) und Leistung (mit Bewertung). In Situationen, die von den Lehrkräften als „Übung“ gedacht sind, nehmen die meisten SchülerInnen eine passive Rolle ein während lediglich einzelne SchülerInnen ihre Defizite oder Fähigkeiten „öffentlich“ vor der Klasse demonstrieren. Bei Übung zu Hause mangelt es an unmittelbarer Rückmeldung. Ein durch Konkurrenz und Wettbewerb geprägtes Klassenklima begünstigt darüber hinaus Leistungsziele und kann zudem ungünstige Auswirkungen auf Selbstkonzept und Emotionen der SchülerInnen haben. Lernzielorientierung beinhaltet eine positive „Fehler-Lernorientierung“ der SchülerInnen im Sinne positiver Emotionen trotz Misserfolgs bzw. funktionaler Regulation negativer Emotionen nach Misserfolg. Gerade für leistungsschwache SchülerInnen und jene mit geringem fachspezifischen Selbstkonzept sind (computerbasierte) Lerngelegenheiten, in denen positive Emotionen erlebt und das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten sukzessive durch dem Leistungsstand angemessene Aufgaben und damit verbundene Erfolgserlebnisse gestärkt werden, von Bedeutung.

5 Planung der Untersuchung und Vorstudien

Mit dem Hintergrund der in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten Schwerpunkte wurde zuerst die Entwicklung eines computerbasierten, adaptiven Mathematikprogramms für die 5. Jahrgangsstufe vorgenommen - mit dem Ziel der Implementation im Unterricht und Evaluation des Programms auf Leistungsebene sowie hinsichtlich des emotionalen Erlebens der SchülerInnen auf State- und Trait Ebene (Hauptuntersuchung).

Zur Umsetzung einer Intervention ist es von Bedeutung, dass auch die Lehrkräfte sie unterstützen - eine Maßnahme gegen ihren Widerstand durchzusetzen, scheint unmöglich (vgl. Blum, 2000). Stadler & Krauss (2002; Gräsel & Parchmann, 2004) befragten MathematiklehrerInnen aus Bayern und Hessen zu den PISA-Ergebnissen, wobei auch Verbesserungsvorschläge frei formuliert werden konnten. Ein häufig genannter Punkt dabei war „mehr wiederholendes Üben“. Auch in der explorativen Lehrerbefragung von Sedlmeier, Böhm, Lindner und Schmidt (2006) spielten Fördermaßnahmen und die Festigung von Grundwissen die größte Rolle. Zudem sollten speziell schwache SchülerInnen mehr Zeit zum Üben bekommen und eine bessere Auswahl an Aufgaben stattfinden. In Kapitel 2 wurde begründet, dass die eingesetzten Programme sowohl der Zielgruppe als auch den Lernzielen entsprechen müssen.

Nach einer Durchsicht gängiger deutscher (regionaler) und österreichischer Schulbücher für Mathematik der 5. Schulstufe und einem Vergleich der Lehrpläne wurde zunächst ein Aufgabenpool erstellt und die Aufgabendatenbank des Programms Merlins Rechenmühle (MRM) für die Jahrgangsstufe 5 erweitert. Dazu wurde das in Kap. 2.2 beschriebene Kompetenzstufenmodell (Schoppek, subm.) auf die Sekundarstufe erweitert. Zu diesem Zweck wurde in einer explorativen Vorstudie in einer Onlinebefragung von Mathematik-Lehrkräften die Verteilung des Lehrstoffes über das Schuljahr für diese Klassenstufe erfasst.

Des weiteren müssen Überlegungen angestellt werden, wann und wie oft die entsprechende Software eingesetzt werden soll. In der Online-Befragung wurden deshalb auch Merkmale und Aufbau von Übungssituationen im Fach Mathematik erfragt, um einen Überblick über Implementierungsmöglichkeiten des Programms in der Schule zu gewinnen.

Das auf den Sekundarstufenbereich erweiterte Rechenprogramm (Version 2.0), sowie die Erhebungsinstrumente zu Emotionen und weiteren Variablen wurden in einer Pilotstudie getestet und schließlich in der Hauptstudie des Projektes (Einsatz von MRM 2.0 im

Unterricht) verwendet. In der Pilotstudie wurde das erweiterte Programm erstmals in Form von wöchentlich stattfindenden Förderstunden an einer Realschule erprobt (siehe Kapitel 5.2). Von Mai bis Juli 2006 wurden Kontakte zu niederösterreichischen und oberfränkischen Kooperationsschulen für die Hauptuntersuchung - zum Teil über LehrerInnenfortbildungen (Tulis, 2006; Tulis & Schoppek, 2006) - hergestellt. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Teilstudien des Projektes und deren zentrale Fragestellungen.

	explorative Voruntersuchung	Pilotstudie	Hauptuntersuchung
zentrale Fragestellungen	<p>Was ist die übliche Reihenfolge in der Verteilung des Mathematik-Lehrstoffes in der 5. Jahrgangsstufe?</p> <p>Welche Übungsformen (im Hinblick auf Sozialform, Ablauf und PC-Einsatz) dominieren im aktuellen Mathematikunterricht?</p>	<p>Ist eine individuelle mathematische Förderung durch MRM 2.0 möglich?</p> <p>Wie wird MRM 2.0 von 10-11jährigen SchülerInnen aufgenommen?</p> <p>Gibt es programmtechnische Probleme?</p> <p>Wie viele Übungseinheiten sollen angeboten und wie viele Aufgaben können bearbeitet werden?</p>	<p>(konkrete Fragestellungen und Hypothesen siehe Kapitel 6)</p> <p><i>Teilbereich A:</i> Evaluation des Programms: Sind Leistungssteigerungen durch computerbasiertes Üben möglich?</p> <p><i>Teilbereich B:</i> Emotionales Erleben von SchülerInnen in Mathematik und beim Üben mit MRM 2.0</p> <p><i>Teilbereich C:</i> Umgang mit Fehlern und Misserfolg und dessen Bedeutung für Emotionen</p>
Methode	Online-Fragebogen	Quasi-experimentelles Kontrollgruppendesign mit Mathematik Vor- und Nachtest	Experimentelles Pre-Post-Design mit Versuchs- und (Warte) Kontrollgruppe in jeder Klasse, Quasi-experimentelles Design mit VG-KG-Klassen
Stichprobe	Mathematik-LehrerInnen aus Gymnasium und Hauptschule (D,Ö), die zum Zeitpunkt der Erhebung (oder im Vorjahr) eine 5. Klasse unterrichteten	SchülerInnen aus 5. Klassen, die freiwillig an Nachmittags-Förderstunden mit MRM 2.0 (6 x) teilnahmen	Klassen der 5. Jahrgangsstufe aus Hauptschule und Gymnasium, in denen MRM 2.0 im Unterricht eingesetzt wurde

Tabelle 3: Teilstudien des Projektes im Überblick

5.1 Online-Befragung zur Gestaltung von Übungsstunden

Durch eine explorative Voruntersuchung sollten Daten über Häufigkeit, Ablauf und allgemeine Merkmale von Übungsstunden im Fach Mathematik in der 5. Schulstufe in Hauptschule und Gymnasium gewonnen werden. Diese beiden Schulformen wurden gewählt, da die Hauptuntersuchung sowohl an niederösterreichischen und oberfränkischen Schulen durchgeführt werden sollte, Realschulen jedoch nur in Deutschland existieren und daher von der Untersuchung ausgenommen wurden.

In Kapitel I des gültigen Lehrplans der Hauptschule (Stand 30.07.2007, <http://www.stmuk.bayern.de/km/index.shtml>), werden Übung, Wiederholung, Sicherung und Lernkontrolle hervorgehoben. Der Lehrstoff in Mathematik der 5. Jahrgangsstufe an bayerischen Hauptschulen lässt sich in sechs Themenbereiche gliedern: Natürliche Zahlen, Grundrechenarten, Geometrie, Terme und Gleichungen, Brüche und sachbezogene Mathematik. Im Lehrplan für bayerische Gymnasien (G8) kommt die Menge der Ganzen Zahlen und die explizite Aufführung von Größen und Einheiten (inkl. Flächenberechnungen Rechtecke) hinzu, während Bruchrechnungen erst im Lehrplan der 6. Jahrgangsstufe vorkommen (www.isb.bayern.de).

Der österreichische Lehrplan (Stand 30.07. 2007, <http://www.bmukk.gv.at/medienpool/789/ahs14.pdf>) beinhaltet alle oben genannten Lehrstoffbereiche. Die zu erarbeitenden Inhalte sowie die Reihenfolge können von den Lehrkräften dabei weitgehend selbst bestimmt werden.

5.1.1 Ziele und Fragestellungen

Um einen Überblick über Umfang und Gestaltung von Übungsstunden der Jahrgangsstufe 5 zu erhalten und Einblicke in die Handhabung unterschiedlicher Korrektur- und Rückmeldungssituationen zu gewinnen, wurde im Vorfeld eine Befragung von Lehrkräften durchgeführt. Dabei sollte lediglich ein Eindruck über die für die Hauptstudie relevanten Aspekte des Mathematikunterrichts gewonnen werden. Darüber hinaus wurde die von den Lehrkräften präferierte Reihenfolge des unterrichteten Lehrstoffes ermittelt, um diese im Programm zu berücksichtigen.

5.1.2 Methode und Stichprobe

Um möglichst viele Lehrkräfte aus unterschiedlichen Schulformen zu erreichen wurde die Befragung online durchgeführt - die Teilnehmerrekrutierung erfolgte gezielt durch postalische Anschreiben, Kontakte mit der Schulleitung oder per eMail an Lehrkräfte. Zielgruppe waren Mathematiklehrkräfte aus Hauptschulen und Gymnasien in Niederösterreich und Oberfranken (Raum Bayreuth und Bamberg), die *aktuell* oder *im Vorjahr eine 5. Klasse in Mathematik* unterrichteten. Insgesamt wurden 50 Hauptschulen und 30 Gymnasien kontaktiert - von denen 123 MathematiklehrerInnen (Hauptschule: 84 Lehrkräfte, Gymnasium: 39 Lehrkräfte) an der Befragung teilnahmen. In Anbetracht der geringeren Rücklaufquote bei online- im Gegensatz zu traditionellen Befragungsverfahren (vgl. Batinic, 2003; Batinic & Bosnjak, 2000) und der spezifischen Zielgruppe ist die TeilnehmerInnenzahl zufriedenstellend.

Mit Hilfe von CGI⁶-Scripts wurden die TeilnehmerInnen während der Befragung auf unvollständig ausgefüllte Fragen hingewiesen, sodass keine fehlenden Werte vorlagen. Um ein mehrmaliges Ausfüllen des online-Fragebogens zu verhindern, wurde jeder Person eine ID-Nummer zugeordnet, die nach Abschluss der Beantwortung des Fragebogens ungültig wurde. Auf Wahrung der Anonymität wurde geachtet. Im Anhang sind Screenshots des Online-Fragebogens sowie eine Auflistung der 13 Fragen zusammengestellt (vgl. Zulassungsarbeit von Ketteler, 2007). Bei den Fragen waren einerseits die für die weiteren Untersuchungen relevanten Aspekte ausschlaggebend, andererseits wurde auf Fragen aus der explorativen Studie von Pauli & Reusser (2003) zurückgegriffen, in der ebenfalls Mathematiklehrkräfte befragt wurden. Darüber hinaus wurde nach der PC-Ausstattung und der Computernutzung im Mathematikunterricht gefragt. Anschließend wurden die aus dem Lehrplan entnommenen Lehrinhalte (mit offenem Antwortformat für weitere Themengebiete) von den Lehrkräften in eine Rangreihe gebracht. Zum Schluss wurde in einer Frage ermittelt, zu welchem Stoffgebiet die meisten Übungsstunden durchgeführt werden und welches Mathematik-Lehrbuch für die 5. Klasse verwendet wird.

⁶ Common Gateway Interface: Standard für den Datenaustausch zwischen einem Webserver und dritter Software, die Anfragen bearbeitet (nähere Ausführungen in Batinic & Bosnjak, 2000).

Demografische Daten

Über 50% der befragten HauptschullehrerInnen hatten mehr als 20 Jahre Berufserfahrung; etwa 12% weniger als fünf Jahre. Unter den befragten GymnasiallehrerInnen waren etwa 33% mit mehr als 20 Jahren und knapp 31% mit weniger als 5 Jahren Berufserfahrung vertreten. Tabelle 4 zeigt eine Übersicht der befragten Lehrkräfte (getrennt nach Schularten).

	männlich	weiblich	gesamt
Hauptschule	31	53	84
Gymnasium	14	25	39

Tabelle 4: Stichprobe der Online-Befragung

5.1.3 Ergebnisse

Der prozentuale Anteil an Übungsstunden (Anwendung und Vertiefung gelernter Inhalte) aus allen Mathematik-Stunden eines Schuljahres in der 5. Klasse beträgt nach Angaben der befragten LehrerInnen in der Hauptschule knapp über 57%, im Gymnasium rund 47% (siehe Abbildung 9).

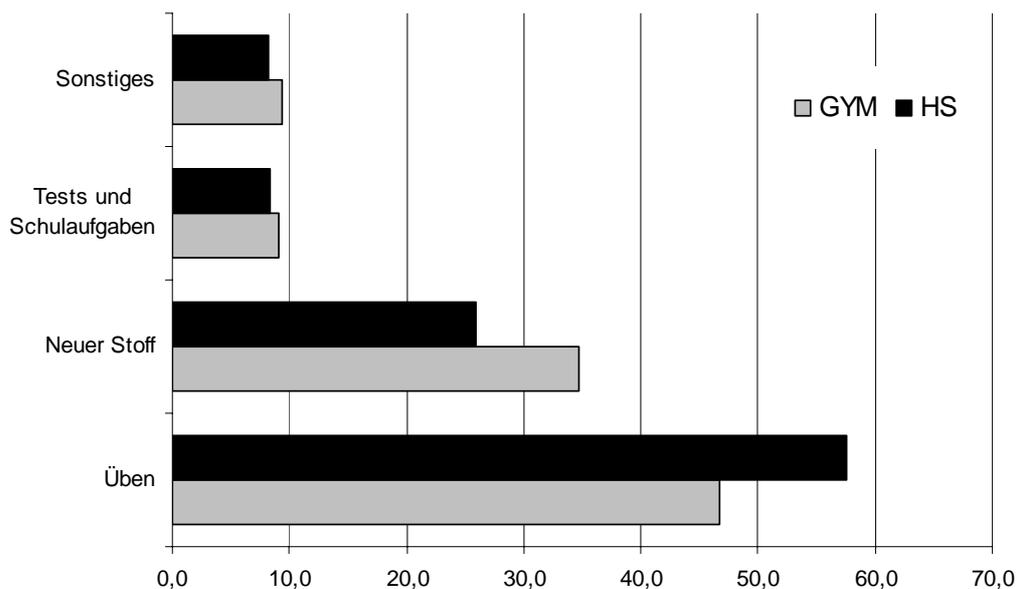


Abbildung 9: Prozentualer Anteil an Übungsstunden im Mathematikunterricht

Bei der Gestaltung von Übungssequenzen im Mathematikunterricht (Mehrfachnennungen möglich) dominieren vor allem das Üben in Einzelarbeit mithilfe des Lehrbuches (HS: 81%, GYM: 72%) - in der Hauptschule auch die Hausaufgabenkontrolle im Unterricht 84,5% (GYM: 51,3%). Daneben werden in beiden Schulformen häufig Übungsblätter in Einzelarbeit und Übungsbeispiele aus dem Buch in Partner- oder Kleingruppenarbeit (HS: 66,7%, GYM: 66,7%) bearbeitet. Spiele mit der ganzen Klasse und die gemeinsame Verbesserung von Schulaufgaben wurden von HauptschullehrerInnen häufiger genannt als von den Lehrkräften im Gymnasium. Beinahe 60% der LehrerInnen beider Schulformen gaben an, oftmals einzelne SchülerInnen an der Tafel vorrechnen zu lassen.

Die Korrektur von Übungs- und Hausaufgaben erfolgt in der Regel im Gymnasium und noch mehr in der Hauptschule, indem einzelne SchülerInnen ihre Rechnungen und Ergebnisse vorlesen oder die Lehrkraft auf Fragen einzelner SchülerInnen eingeht. Zwei Drittel der befragten Lehrpersonen der Hauptschule geben an, in der Klasse umherzugehen und die Hausaufgaben der SchülerInnen abzuhaken - im Gymnasium etwa die Hälfte der befragten LehrerInnen. Vor allem ältere (Hauptschul-)LehrerInnen mit mehr als 20 Jahren Berufserfahrung lassen einzelne SchülerInnen die Aufgaben an der Tafel rechnen oder verbessern (53,3% gegenüber 38,5% in der Hauptschule) und gestalten den Unterricht vermehrt mit Abfragen einzelner SchülerInnen. Gymnasiallehrkräfte und verstärkt jüngere Lehrkräfte in der Hauptschule setzen vermehrt offene Lernformen und Übungsmaterialien mit der Möglichkeit zur Selbstkontrolle ein (92,3% gegenüber 75,6% - im Gymnasium kein Unterschied) oder gaben an, Musterlösungen auf Overheadfolien einzusetzen.

Zur Nutzung des Computers gibt ein großer Teil der befragten Mathematiklehrkräfte aus der Hauptschule an, den PC im Unterricht bisher nie verwendet zu haben (etwa 43%). Bei den befragten Gymnasiallehrkräften sind dies lediglich rund 8%. Nur etwa 12% der befragten Hauptschullehrkräfte gaben an, explizit *am Computer zu üben* - im Gymnasium knapp 23%.

Die Auswertung der Rangreihung des Lehrstoffes ergab folgendes Bild: In der Regel wird der Mathematik Lehrstoff der 5. Jahrgangsstufe Hauptschule (bzw. Gymnasium: *kursiv* hinzukommende Inhalte) im Verlauf des Schuljahres in untenstehender Reihenfolge unterrichtet.

1. Wiederholung des Stoffes aus der Grundschule
2. Natürliche Zahlen, Grundrechenarten, Rechengesetze
Römische Zahlen (nur in Österreich)
Ganze Zahlen (nicht im österr. Lehrplan für 5. Klasse Gymnasium)
3. Geometrie (Linien, Symmetrie, Viereck, Dreieck)
4. Größen und Einheiten, Umwandlungen
5. Rechteck und Quadrat (Fläche und Umfang)
Kreis
6. Lineare Gleichungen
7. Körper (Quader, Würfel) *Oberfläche und Volumen*
8. Dezimalzahlen
9. Maßstab
10. Brüche *(nicht im bayerischen Lehrplan für 5. Klasse Gymnasium)*

Der Themenbereich „Dezimalzahlen“ wird von einigen Lehrkräften, vor allem im Gymnasium, auch bereits im ersten Drittel des Schuljahres eingeführt. Die meisten Übungsstunden werden zum Stoffgebiet Natürliche Zahlen und Grundrechenarten abgehalten - im Gymnasium zusätzlich auch zum Zahlenraum der Ganzen Zahlen und Dezimalzahlen. Etwa ein Drittel der befragten Hauptschullehrkräfte nannten zudem „Umfang und Flächeninhalt von Rechteck und Quadrat“. Zu „Größen bzw. Umwandlung von Einheiten“ werden in beiden Schulformen im Vergleich zu den anderen Themenbereichen viele Übungsstunden durchgeführt. Nur vereinzelt wurden explizit Sach- und Textaufgaben oder andere Lehrinhalte (z.B. Kombinatorik) genannt.

5.1.4 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Online-Befragung von Lehrkräften aus Hauptschule und Gymnasium zeigen, dass Übung etwa die Hälfte (in der Hauptschule sogar 57%) der Unterrichtszeit einnimmt. In der Untersuchung von Pauli und Reusser (2003) betrug der Anteil sogar über 60%. Neben dem Üben in Einzelarbeit mit Hilfe des Lehrbuches (ohne unmittelbare Fehlerrückmeldung), wird oftmals - vorwiegend von älteren Lehrkräften - „öffentliches“ Üben (Vorrechnen an der Tafel, Abfrage einzelner SchülerInnen) praktiziert. Insbesondere in der Hauptschule wird Üben auf zu Hause verlegt und im Unterricht lediglich kontrolliert - ein Befund, der auch in oben genannter Befragung von Pauli und Reusser (2003) deutlich wurde. Wenige MathematiklehrerInnen nutzen den Computer als Übungsmedium - vor allem in der Hauptschule wird der Computer kaum eingesetzt. Der größte Übungsbedarf aus Sicht der Lehrkräfte besteht bei den Lehrstoffbereichen „Natürliche Zahlen und Grundrechenarten“, „Umfang und Flächeninhalt von Rechteck und Quadrat“, „Größen und Einheiten“, sowie „Ganze Zahlen“ (im Gymnasium). Diese Lehrstoffinhalte sind in MRM 2.0 in verstärktem Maße in Form von Rechen- und Textaufgaben unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades vertreten.

5.2 Pilotstudie

Die Pilotstudie diente der erstmaligen Erprobung des erweiterten Übungsprogramms MRM 2.0 im Feld. Dazu wurde an einer Realschule in Bayreuth eine einmal wöchentlich stattfindende Förderung außerhalb der Unterrichtszeit für SchülerInnen aus drei 5. Klassen angeboten. Zur Überprüfung der Übungssoftware wurde ein Vor- und Nachtest erstellt und der Leistungszuwachs zwischen Versuchsgruppe und den nicht an dem Förderangebot teilnehmenden SchülerInnen (Kontrollgruppe) verglichen. Zusätzlich wurde der für die Hauptstudie vorgesehene Fragebogen in zwei Hauptschulklassen (N = 51 SchülerInnen), die nicht an der Hauptstudie teilnahmen, erprobt.

5.2.1 Ziele und Fragestellungen

Für zwei Gruppen von SchülerInnen fanden jeweils 6 einstündige Übungseinheiten im Computerraum der Schule statt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung lieferten neben der Optimierung des erweiterten Rechenprogramms auch Daten zu den Schwierigkeitsindizes der einzelnen Aufgaben und Aufgabentypen. Durch ein quasi-experimentelles Prä-Post-Versuchsdesign wurden Hinweise auf eine Leistungsverbesserung gewonnen und der Frage nachgegangen, ob die in der Grundschule gefundenen Trainingseffekte (Schoppek & Tulis, 2010) in der 5. Jahrgangsstufe replizierbar sind. Es kamen auch „Emoticons“ (siehe Kapitel 6.3.2) zur prozessbezogenen Erfassung des emotionalen Erlebens während der Arbeit mit MRM 2.0 zum Einsatz.

Zusätzlich wurden die Erhebungsinstrumente der Hauptstudie erprobt, um sprachliche Unklarheiten der Itemformulierungen zu überprüfen. Die Item- und Skalenwerte der Instrumente werden in Kapitel 6 dargestellt, da sich im Vergleich zur Pilotierung keine nennenswerten Abweichungen ergaben.

5.2.2 Methode und Stichprobe

An der Untersuchung nahmen insgesamt 78 SchülerInnen aus drei Klassen der 5. Jahrgangsstufe teil, 44 davon meldeten sich zur freiwilligen Teilnahme an sechs wöchentlichen Förderstunden mit MRM 2.0 an, die anderen Kinder dienten als Kontrollgruppe (keine Zufallsauswahl). Für SchülerInnen, die bei einer der angebotenen Förderstunden abwesend waren, wurde ein 7. Termin angeboten. Tabelle 5 zeigt die Aufteilung der SchülerInnen zu Versuchs- und Kontrollgruppe getrennt nach Klassen.

Klasse	Gesamtzahl SchülerInnen	Versuchsgruppe (TeilnehmerInnen)			Kontrollgruppe (Nicht-TeilnehmerInnen)		
		gesamt	weiblich	männlich	gesamt	weiblich	männlich
5a	26	9	3	6	17	9	8
5b	24	16	7	9	8	1	7
5c	28	19	8	11	9	2	7
gesamt	78	44	18	26	34	12	22

Tabelle 5: Stichprobe der Pilotstudie

Zur Leistungsmessung wurde ein Vor- und ein Nachtest mit Rechen- und Textaufgaben vorgelegt. Als Speedtest konzipiert umfassten vier Subtests Rechenaufgaben und je einen Aufgabenblock mit Textaufgaben zu Grundrechenarten und Textaufgaben zu Einheiten und Größen. Es wurden zwei Parallelformen (A und B) vorgegeben - im Nachtest erhielten die SchülerInnen die jeweils andere Version. In allen drei Klassen wurde der Vortest am 24. April 2006 durchgeführt, der Nachtest fand am 21. Juli 2006 (unter vergleichbaren Bedingungen) statt. Die Tests wurden während der Unterrichtszeit mit geschulten Testleiterinnen⁷ durchgeführt. In Tabelle 6 sind Beispielaufgaben und Zeitvorgaben zu den einzelnen Skalen des Mathematiktests angeführt. Die Itemzahl wurde so gewählt, dass in der vorgegebenen Zeit das Lösen aller Aufgaben unmöglich war. Für den Gesamttest ergab sich ein Cronbach's α von .90.

⁷ An dieser Stelle danke ich Martina Timpl und Carmen Mauerer, die im Zuge ihrer Zulassungsarbeiten die Testdurchführung und Betreuung der SchülerInnen übernahmen.

	Testteil	Beispielaufgaben	Zeitvorgabe (min.)	Itemzahl
Rechenaufgaben	RA1: Addition/Subtraktion	$311 + 61 = \underline{\quad}$ $947 - \underline{\quad} = 22$	3	32
	RA2: Multiplikation/Division gemischte Rechenaufgaben Terme	$14 \cdot 2 = \underline{\quad}$ $96 : \underline{\quad} = 8$ $27 - 15: \underline{\quad} = 22$ $(47 + 9):7 + 24 =$	5	31
	RA3: (Un-)Gleichungen	$257 - x = 70$ $7 \cdot x > 11 + 10$	2	18
	RA4: Größen & Einheiten, Runden	$8 \text{ cm} = \underline{\quad} \text{ mm}$ $555 \text{ Cent} = \underline{\quad} \text{ € } \underline{\quad} \text{ ct}$ $637 \text{ kg} \cong \underline{\quad} \text{ kg}$ (runde auf volle Zehner)	3	42
Textaufgaben	TA1:Austausch-, Kombinations-, Vergleichsaufgaben ⁸ ; Multiplikation- und Division, komplexe (mehrschrittige) Aufgaben, inkl. eine Kapitänsaufgabe	Martha hat 258 Briefmarken. Sie hat 79 Briefmarken mehr als Willi. Wie viele Briefmarken hat Willi?	10	14
	TA2: Größen & Einheiten (Zeit, Gewicht, Geld, Längen)	Sandra bekommt im Jahr 240 € Taschengeld. Wie viel € hat sie monatlich zur Verfügung	7	13

Tabelle 6: Mathematik-Leistungstest der Pilotstudie

5.2.3 Ergebnisse

Bei der Auswertung konnten 76 SchülerInnen berücksichtigt werden, da zwei SchülerInnen der Versuchsgruppe am Nachtest (Krankheit) nicht teilnehmen konnten. Als Testscores dienten die Summen richtig gelöster Aufgaben.

Tabelle 7 zeigt die durchschnittlichen Testscores der SchülerInnen im Vor- und Nachtest.

⁸ Zur Klassifizierung von einfachen Additions- und Subtraktions-Textaufgaben in Austausch-, Kombinations- und Vergleichsaufgaben siehe Riley, Greeno und Heller (1983) oder Kintsch und Greeno (1985).

	Vortest		Nachtest	
	M	SD	M	SD
Versuchsgruppe	75,0	12,1	86,6	15,4
Kontrollgruppe	74,5	16,4	80,9	16,0

Tabelle 7: Mittelwerte und Standardabweichungen der Testwerte

Die kovarianzanalytische Auswertung (Kovariate: Vortestleistung) zeigte einen signifikanten Effekt des Trainings ($p < 0.05$; 6,4% Varianzaufklärung), als auch einen signifikanten Effekt der Kovariate ($p < 0.01$; 59% Varianzaufklärung). Die SchülerInnen, die an den Förderstunden teilgenommen hatten, erzielten somit eine signifikant stärkere Verbesserung in der Mathematikleistung als die SchülerInnen der Kontrollgruppe ($p < 0.05$; $T = 2,177$; $df = 74$), die in Abbildung 10 grafisch dargestellt ist. Die Effektgröße mit $d' = 1.16$ nach ebenfalls nur sechs Übungseinheiten ist dabei etwas geringer als die gefundenen Effekte einer früheren Studie von Schoppek und Tulis (2010) in der 3. Jahrgangsstufe der Grundschule ($d' = 1.76$). Es ergaben sich keine Unterschiede hinsichtlich des Geschlechts.

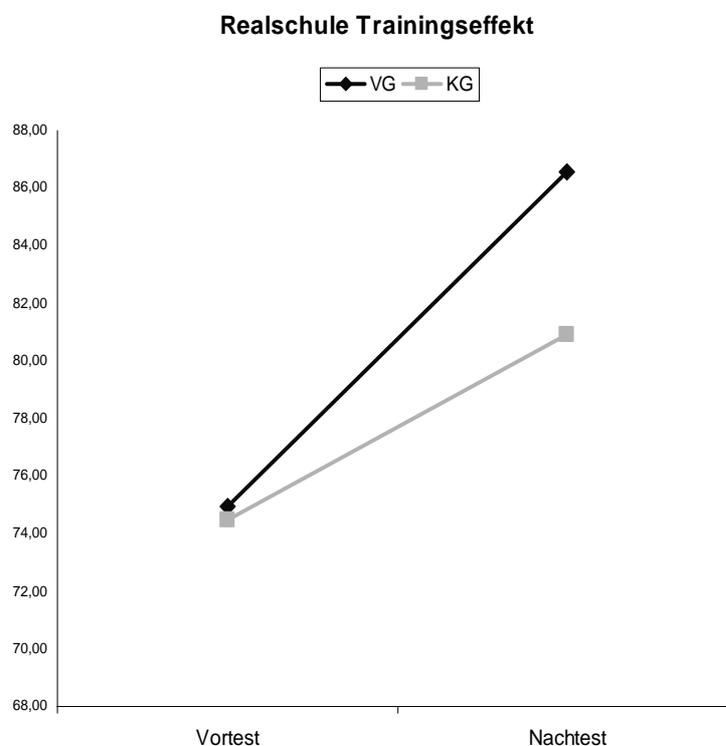


Abbildung 10: Leistungsverbesserungen vom Vor- zum Nachtest (mittlere Testrohwerte)

Unsystematische Beobachtungen und Erfahrungsberichte der betreuenden Testleiterinnen zeigten eine große Akzeptanz des Programms von den SchülerInnen. Die 10-11Jährigen kamen ohne Probleme mit MRM 2.0 zurecht. Die „Emoticons“ zur Erfassung tätigkeitsbezogener Emotionen stellten keine große Unterbrechung bei der Aufgabenbearbeitung dar. Spätestens nach der zweiten Darbietung hatten sich die SchülerInnen an das Prozedere gewöhnt. Im weiteren Verlauf musste allerdings mehrmals darauf hingewiesen werden, die Emoticons nicht zu überspringen. Die häufigsten Emotionen waren Freude, Interesse und Ärger - die Emotion Scham wurde von den SchülerInnen am geringsten gewählt. Bei Erfolg (richtige Lösung) dominierten Freude und Interesse - wesentlich seltener wurden auch Erleichterung, Ärger und schließlich Langeweile genannt. Nach Fehlern wurde am häufigsten Ärger erlebt - erstaunlicherweise oftmals auch Freude und Interesse trotz Misserfolg (vgl. Kapitel 6.7.4). Die Pilotstudie lieferte wertvolle Hinweise zu programmtechnischen Mängeln, die vor der Hauptuntersuchung eingearbeitet bzw. behoben wurden.

5.2.4 Zusammenfassung

Das auf die 5. Jahrgangsstufe erweiterte Programm MRM 2.0 ist zur mathematischen Förderung von SchülerInnen geeignet. Jene SchülerInnen, die an den Förderstunden mit MRM 2.0 teilgenommen hatten, erzielten eine deutlich stärkere Verbesserung in der Mathematikleistung als die SchülerInnen der Kontrollgruppe. Da keine Randomisierung durchgeführt und eine Kontrollgruppe ohne alternative Übungsmöglichkeit herangezogen wurde, kann die Leistungssteigerung der SchülerInnen der Versuchsgruppe nicht uneingeschränkt durch das Programm MRM 2.0 erklärt werden. Die prozessbezogene Messung der Gefühle mit „Emoticons“ konnte ohne Schwierigkeiten in den Lernprozess integriert werden.

6 Hauptuntersuchung - eine Interventionsstudie

Diese Studie soll einen Vergleich zwischen herkömmlichen Übungen - einschließlich den damit einhergehenden Emotionen - und computerbasierten Übungen ermöglichen. Um sinnvoll die Effektivität der individualisierten Förderung mit MRM 2.0 zu beurteilen, ist eine vergleichbare Kontrollgruppe, die herkömmlich übt, unerlässlich (vgl. Wember, 1998). Aus diesem Grund wurde in der Hauptstudie darauf besonders Wert gelegt. Darüber hinaus waren das emotionale Erleben der SchülerInnen und der Umgang mit bzw. das Lernen aus Fehlern Schwerpunkt der Untersuchung. Die Emotionen wurden dabei in unterschiedlichen Situationen (computerbasierte Lernumgebung, Mathematikunterricht) unter Verwendung verschiedener Instrumente erfasst (siehe weiter unten). Die Intervention fand im ersten Halbjahr des Schuljahres 2006/2007 statt.

6.1 Untersuchungsdesign und Instrumente

Für die Untersuchung⁹ wurden Klassen aus den beiden Schulformen (Gymnasium und Hauptschule) aus Bayern und Niederösterreich herangezogen, da ursprünglich ein Vergleich des Mathematikunterrichts dieser beiden Länder geplant war. In insgesamt 12 (Versuchs-) Klassen¹⁰ wurde MRM 2.0 im regulären Mathematikunterricht einmal wöchentlich eingesetzt. In den oberfränkischen Gymnasien geschah dies in der Regel im Zuge der neu eingeführten Intensivierungsstunden (siehe Kapitel 4). Weitere 13 Klassen fungierten als Kontrollklassen ohne Intervention. Um mögliche Lehrpersonen- und Klasseneffekte bei der Evaluation des Programms kontrollieren zu können, wurden die SchülerInnen innerhalb jeder Versuchsklasse durch Parallelisierung anhand der Vortestleistungen zu (Warte-) Kontroll- und Versuchsgruppe zugewiesen. Bei der Experimentalgruppe jeder Klasse wurde das Programm angewandt, während mit der Warte-Kontrollgruppe zeitparallel herkömmliche Übungen mit der Lehrkraft (paper-pencil-Übungsmaterial) abgehalten wurden. Dazu wurden die ersten sieben Unterrichtseinheiten von der Hälfte der SchülerInnen jeder Klasse im PC-Raum der Schule mit dem Programm (unter Aufsicht einer zusätzlichen, geschulten Betreuungsperson) absolviert, während die andere Hälfte der SchülerInnen (Warte-Kontrollgruppe) an traditionellen Mathematik-Übungsstunden teil-

⁹ Dank an die Regierung Oberfranken/die örtlichen staatlichen Schulämter für die Bewilligung der Studie.

¹⁰ Ursprünglich waren 14 Versuchsklassen geplant - in 2 Klassen einer niederösterreichischen Schule konnte MRM 2.0 allerdings aus technischen Gründen nicht eingesetzt werden.

nahm. Im Dezember 2006 erfolgten ein Mathematik-Zwischentest und der Wechsel der beiden Gruppen für weitere sieben Einheiten. Für die traditionellen Übungsstunden (ohne Einsatz von MRM 2.0) wurden den Lehrkräften analoge Beispielaufgaben aus dem Programm in einer Papierversion zur Verfügung gestellt. Sowohl während der Arbeit mit MRM 2.0, als auch im traditionellen Mathematikunterricht wurden prozessbezogene Emotionen am Computer bzw. auf Papier erhoben (siehe Kapitel 6.3.2). Zudem wurden schriftlich nach jeder Übungsstunde zusätzliche Variablen zum abgehaltenen Unterricht abgefragt. In jenen 5. Klassen der ausgewählten Schulen, die nicht an den Übungen teilnahmen, fanden lediglich Vor- und Nachtest, sowie die Fragebogenerhebung zu zwei Messzeitpunkten (Oktober 2006 und Februar 2007) statt. Abbildung 11 veranschaulicht das experimentell- bzw. quasi-experimentell angelegte Untersuchungsdesign. Bei der Planung waren insbesondere die unterschiedlichen Ferienzeiten für Bayern und Niederösterreich zu berücksichtigen, sodass in allen Versuchsklassen die gleiche Zahl an Übungsstunden für beide Versuchsgruppen jeder Klasse gewährleistet war und die Bearbeitung der Leistungstests und Fragebögen in vergleichbarem Zeitrahmen stattfand.

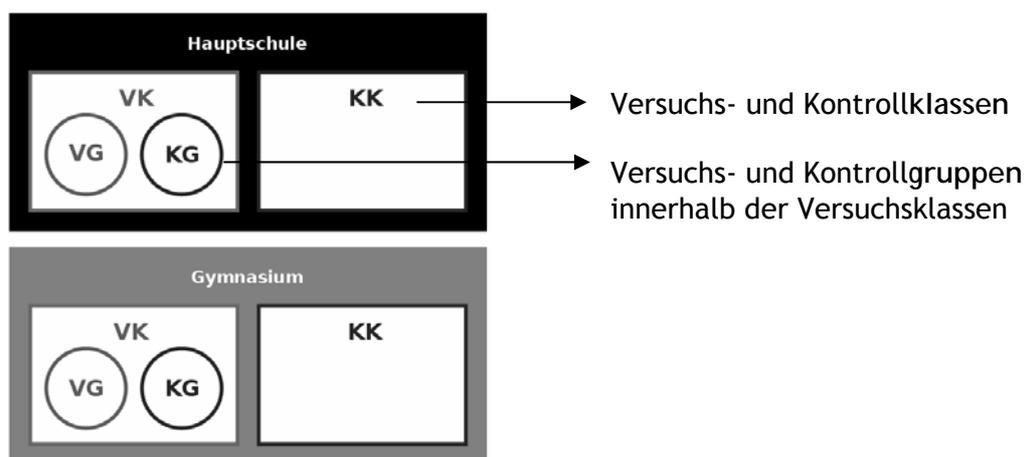
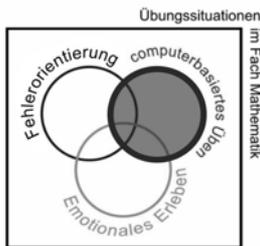


Abbildung 11: Schematische Darstellung des Untersuchungsdesigns der Hauptstudie

Die Betreuung in den einzelnen Versuchsklassen wurde von Studierenden übernommen, die zuvor im Umgang mit dem Programm geschult wurden. Die BetreuerInnen wurden angewiesen, auf Fragen der SchülerInnen in standardisierter Weise zu reagieren: Zunächst wurden die SchülerInnen aufgefordert, die Aufgabe nochmals in Ruhe durchzulesen, im Anschluss daran wurde die Fragestellung erneut vorgelesen. Durch weitere unterstützende und zielgerichtete Fragen anstelle direkter Handlungsanweisungen wurden die SchülerInnen ermutigt, selbst die Lösung zu finden. Lediglich zu Formeln und Umwandlungseinheiten von Größen wurde bei Bedarf konkrete Hilfestellung gegeben.

Tabelle 8 gibt die eingesetzten Erhebungsinstrumente im Überblick wieder, welche in den nachfolgenden Kapiteln, nach der Darstellung der Stichprobe, näher beschrieben werden.

**Teilbereich A:
Mathematikleistung und
computergestütztes Üben**



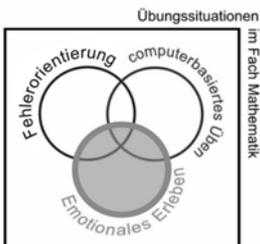
Mathematische Leistungstests:
Vor- und Zwischentest (Versuchsklassen)
Nachtest (Versuchs- und Kontrollklassen)

Schulnoten in Mathematik:
Schulaufgabennote, Zwischenzeugnisnote

Datenbank des Programms MRM 2.0:
Analyse der Bearbeitungsprotokolle hinsichtlich
Anzahl bearbeiteter Rechen- und Textaufgaben,
durchschnittliche Bearbeitungszeiten,
Aufgabenschwierigkeiten

Fragebogenskalen zu:
Computer literacy

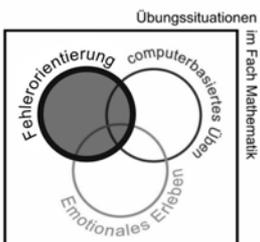
**Teilbereich B:
Emotionales Erleben
von SchülerInnen**



Emotionsfragebogen (AEQ-M)
zur Erfassung von (habitualisierten)
mathematikbezogenen Emotionen:
Freude, Stolz, Ärger, Langeweile, Angst, Scham

Emoticons
zur Erfassung situationspezifischer Emotionen
während der Übung mit MRM 2.0 (online) sowie
in regulären Übungsstunden (Papierversion):
Interesse, Freude, Stolz, Erleichterung,
Ärger, Langeweile, Angst, Scham, Trauer

**Teilbereich C:
Einstellung zu Fehlern
und der Umgang damit
im Unterricht
(Fragebogendaten)**



Fehlerkulturfragebogen (SchüFeku)
zur Erfassung des Umgangs mit Fehlern von
SchülerInnen (Fehler-Lernorientierung) und
LehrerInnen (von den SchülerInnen eingeschätzte
Fehlerfreundlichkeit der Lehrkraft), der Angst vor
Fehlern sowie Strukturiertheit im Unterricht

Fragebogenskalen zu:
Klassenklima (Rivalität/Wettbewerb)
Individuelle Bezugsnormorientierung der
Lehrkraft (Einschätzung der SchülerInnen)
Fachvalenz
Mathematische(s) Selbstkonzept und
Selbstwirksamkeit
Übungsstunden (subjektive Anforderung, Tempo)

Tabelle 8: Erhebungsinstrumente der drei Teilbereiche der Arbeit im Überblick

Die in dieser Arbeit erhobenen *Unterrichtsemotionen* (im traditionellen Unterricht und beim computerbasierten Üben) werden im folgenden als *prozess-/tätigkeitsbezogene-* oder *State*-Emotionen bezeichnet, da sie *in* der jeweiligen Situation erhoben wurden. Die mit Fragebögen am Beginn und am Ende der Studie erfassten fachspezifischen Emotionen werden (in Anlehnung an die Arbeit von Fuß, 2006) vereinfacht als *Trait*-Emotionen bezeichnet, da sie zwar mathematikbezogene, aber eher habitualisierte emotionale „Grundhaltungen“ widerspiegeln.

6.2 Stichprobe

An der Hauptuntersuchung waren insgesamt 696 SchülerInnen aus 25 Klassen der Jahrgangsstufe 5 aus Hauptschulen und Gymnasien in Oberfranken und Niederösterreich beteiligt, wobei in 12 Klassen das Programm MRM 2.0 im Unterricht eingesetzt wurde. Die SchülerInnen der restlichen 13 Klassen nahmen lediglich an der Fragebogenerhebung und den Leistungstests am Beginn und Ende der Studie teil.

Bei der Stichprobenauswahl dieser Studie handelt es sich um eine Gelegenheitsstichprobe bzw. Klumpenauswahl (Rost, 2007; Bortz & Döring, 2002). Aus Niederösterreich nahmen insgesamt 314 SchülerInnen aus drei Hauptschul- und acht Gymnasialklassen teil; in Bayreuth und Umgebung 382 SchülerInnen aus acht Hauptschul- und sechs Gymnasialklassen. Die Eltern von 11 SchülerInnen erteilten keine Einwilligung zur Teilnahme an der Untersuchung, so konnten von den insgesamt 696 SchülerInnen 685 Daten beim Mathematik-Vortest und Fragebogen zum 1. Messzeitpunkt erhoben werden.

In der vorliegenden Studie sind Mädchen mit einem Anteil von 54% etwas überrepräsentiert, was durch einen signifikant höheren Mädchenanteil im Gymnasium zu erklären ist (Chi²-Test bei angenommener Gleichverteilung: $p = 0.001$; $\chi^2 = 11.368$; $df = 1$).

Tabelle 9 zeigt die Verteilung der SchülerInnen und Klassen der Hauptstudie. Das durchschnittliche Alter zum 1. Erhebungszeitpunkt (Oktober 2006) betrug 10;6 Jahre.

Hauptschule				Gymnasium			
Klasse ^a	gesamt	männlich	weiblich	Klasse ^a	gesamt	männlich	weiblich
<u>11A</u>	24	14	10	13A	32	11	21
12A	19	11	8	13B	31	13	18
12B	19	10	9	13C	30	14	16
<u>21A</u>	30	15	12	13D	31	13	18
<u>22A</u>	24	12	12	14A	32	10	22
<u>23A</u>	26	13	13	<u>14B</u>	32	13	19
23B	24	14	10	14C	32	18	14
<u>24A</u>	31	16	15	<u>14D</u>	32	21	11
<u>25A</u>	27	17	10	<u>27A</u>	28	6	22
26A	23	13	10	27B	26	6	20
26B	23	9	14	<u>27C</u>	28	7	21
				<u>28A</u>	30	13	17
				<u>28B</u>	32	17	15
				28C	30	11	19
n =	270	144	123	n =	426	173	253

Tabelle 9: Stichprobe: Anzahl und Geschlecht der SchülerInnen

Anmerkungen: ^a Die Klassen wurden mit zwei Ziffern und dem Buchstaben der Klasse kodiert, wobei die erste Ziffer für die Region steht (1 Oberfranken, 2 Niederösterreich). Unterstrichene Klassen sind Versuchsklassen, in denen MRM 2.0 im Unterricht eingesetzt wurde.

6.3 Erhebungsinstrumente

Der in der Hauptuntersuchung eingesetzte Fragebogen wurde aus mehreren standardisierten Instrumenten zusammengestellt. Zur Erfassung prozessbezogener Emotionen blieben physiologische Messung in dieser Arbeit außer Acht - stattdessen wurden spezielle Einzelitems in Form von „Emoticons“ eingesetzt (siehe Kapitel 6.3.2), um möglichst spontane Angaben über das emotionale Befinden zu erhalten und den Lernprozess nicht zu stark durch umständliche Fragen zu unterbrechen. Dabei wurden wobei die sechs Emotionen des Trait-Fragebogens (siehe Tabelle 10) um Interesse, Erleichterung und Trauer ergänzt. Tabelle 10 zeigt alle Skalen der verwendeten Instrumente, deren Quelle und Itemzahl.

	Quelle
Mathematik-Emotionen	
<i>Unterricht/Hausaufgaben</i>	
Freude (4/2)	AEQ-M (Pekrun et al., 2003)
Stolz (3/2)	AEQ-M (Pekrun et al., 2003)
Ärger (4/4)	AEQ-M (Pekrun et al., 2003)
Langeweile (4/5)	AEQ-M (Pekrun et al., 2003)
Angst (5/3)	AEQ-M (Pekrun et al., 2003)
Scham (5/1)	AEQ-M (Pekrun et al., 2003)
Prozessbezogene Emotionen „Emoticons“	
Interesse (1)	Eigenentwicklung
Freude (1)	Eigenentwicklung
Stolz (1)	Eigenentwicklung
Erleichterung (1)	Eigenentwicklung
Ärger (1)	Eigenentwicklung
Langeweile (1)	Eigenentwicklung
Angst (1)	Eigenentwicklung
Scham (1)	Eigenentwicklung
Trauer (1)	Eigenentwicklung
SchülerInnenmerkmale	
Mathematisches Fähigkeitsselbstkonzept (2)	Marsh, 1990 / PISA 2000 ¹¹
Mathematikspezifische Selbstwirksamkeit (10)	Schwarzer & Jerusalem, 1999 PISA 2000
Leistungsbezogene Fachvalenz (4)	Zirngibl, 2004
Schulische Instruktions- und Sozialumweltmerkmale	
Individuelle Bezugsnormorientierung Lehrkraft (4)	Schwarzer, Lange & Jerusalem, 1982
Klassenklima - Rivalität (3)	LFSK (Eder & Mayr, 2000)
Übungsstunden (3)	PISA 2000, abgeändert
Fehlerkultur	
Fehler-Lernorientierung (8)	Spychiger & Kuster, 2006
Angst vor Fehlern (5)	Spychiger & Kuster, 2006
Fehlerfreundlichkeit der Lehrkraft (7)	Spychiger & Kuster, 2006
Normtransparenz (Strukturiertheit des Unterrichts) (8)	Spychiger & Kuster, 2006

¹¹ Kunter et al. (2002)

Computer literacy	
Computerinteresse (4)	PISA 2000
Zugang zu Computer (3)	PISA 2000
Demografische Variablen (Alter, Geschlecht, Schulform)	
Leistungsvariablen (Mathematik)	
Schulaufgabennote, Zwischenzeugnisnote	Lehrpersonen
Vor- und Zwischentest	Eigenentwicklung
Nachtest	Regensburger Mathematiktest 5. Klasse (Vom Hofe et al., 2002)

Tabelle 10: Skalen des SchülerInnen-Fragebogens der Hauptuntersuchung

Anmerkung: Itemzahl in Klammern.

6.3.1 AEQ-M (Academic Emotions Questionnaire - Mathematik)

Dem Fragebogen zur Erfassung akademischer Emotionen (Pekrun et al., 2002) liegt das in Kap. 3.1 dargestellte Kontroll x Wert Modell (Pekrun, 2000) mit der Unterscheidung in positive und negative sowie aktivierende und deaktivierende Emotionen zugrunde. In der Weiterentwicklung des Instrumentes wurde eine Kurzform und domänenspezifische Version für das Fach Mathematik erstellt (Pekrun et al., 2003; Götz, 2004, S.42) und in empirischen Studien erprobt (Götz, 2004; Pekrun et al., 2002), Zirngibl, 2004). Dabei zeigte sich durchgehend eine befriedigende Reliabilität und Validität des Instrumentes. In den einzelnen Skalen wird dabei zwischen Prüfung, Einzellern- und kollektiver Lernsituation unterschieden. Die Itemanzahl in den einzelnen Skalen variiert zwischen 6 bis 9 Items. Der AEQ-M misst folgende neun Emotionen: Freude, Hoffnung, Stolz, Erleichterung, Angst, Ärger, Hoffnungslosigkeit, Scham und Langeweile. Für die vorliegende Studie wurden sechs dieser Emotionen ausgewählt. In Tabelle 11 ist zu jeder Skala ein Beispiel-Item zur Unterrichtssituation dargestellt.

Skala	Beispiel-Item
Freude	Ich freue mich auf die Mathe-Stunden.
Stolz	Ich bin stolz auf meine Antworten auf die Fragen meines Mathe-Lehrers.
Angst	Wenn ich an den Mathe-Unterricht denke, bin ich beunruhigt.
Ärger	Vor Ärger über den Unterricht in Mathe würde ich am liebsten gehen.
Langeweile	Ich finde den Mathe-Unterricht langweilig.
Scham	Wenn ich im Mathe-Unterricht etwas sage, habe ich Angst mich zu blamieren.

Tabelle 11: Beispiel-Items des AEQ-M

6.3.2 „Emoticons“ zur Erfassung von State-Emotionen

Zur Erfassung tätigkeitsbezogener State-Emotionen im Übungsprozess wurde ein Instrument entwickelt, das eine rasche und dennoch eindeutige Beantwortung ermöglicht. In Anlehnung an die in einer Studie von Ainley, Hidi & Berndorff (2002) verwendeten *face icons* (siehe auch Ainley, 2006) wurde bei der Konstruktion des Instruments darauf geachtet, alle relevanten Emotionen sowie die Unterscheidung in deaktivierende und aktivierende positive und negative Emotionen (Pekrun, 2000) mit einzubeziehen. Daher wurden die im Fragebogen enthaltenen Emotionen um drei weitere (Erleichterung, Interesse, Trauer) ergänzt. Auf eine neutrale Darstellung (wie in den Untersuchungen von Ainley et al. (2002)) wurde verzichtet. Das Erhebungsinstrument umfasst insgesamt neun Emotionen, darunter sechs Grund-/ Primäremotionen (vgl. Izard, 1977, 1981; Ekman, 1993, Plutchik, 1980): Freude, Trauer, Ärger, Angst, Interesse und Scham sowie die Sekundäremotionen Erleichterung, Stolz und Langeweile.

Meyer und Turner (2006) kommen aufgrund ihrer bisherigen Untersuchungen zu dem Schluss, dass sich die Reliabilität der Emotionsmessungen erhöht, wenn simultanes, mehrfaches Kodieren verschiedener Emotionen möglich ist. Deshalb konnten die SchülerInnen auch bei diesem Instrument mehr als eine Emotion auswählen (bis zu drei simultanen Angaben waren möglich). Anschließend konnte die Intensität der erlebten Emotion mit einer 5-stufigen Ratingskala durch Verschiebung eines nach dem Anklicken der Emotion erscheinenden Reglers eingeschätzt werden.

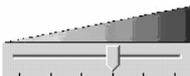
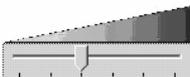
Für die Darstellungen der einzelnen Emotionen wurden die aus dem Internet bekannten „Emoticons“ aufgegriffen und modifiziert. Zum einen wurde in der Pilotstudie bestätigt, dass viele Kinder und Jugendliche damit vertraut sind, zum anderen ist eine eindeutige und

schnelle Interpretation durch die markante Darstellung des emotionalen Ausdrucks gegeben. In einer Studie von Horstmann (2002) zur Erkennung (grafisch dargestellter) emotionaler Gesichtsausdrücke wurde deutlich, dass extreme Darstellungen besser von Personen erkannt werden als „häufig beobachtete“ oder „idealtypische“ Darstellungen. Ainley (2006) verweist darauf, dass Einzelitems zur Erfassung gut voneinander abgrenzbarer und wohlbekannter Konstrukte durchaus geeignet und valide sind. Nachfolgende Abbildung 12 zeigt die Oberfläche des Programms, mit der die State-Emotionen der SchülerInnen während des Lernens mit MRM 2.0 erfasst wurden. Die „Emoticons“ wurden am Beginn jeder Übungssitzung, in der Mitte und am Ende jedes Aufgabenpaketes (à 8 Aufgaben) vorgegeben. Analog dazu wurde von den SchülerInnen in den 6-7 Übungsstunden mit der Lehrkraft eine paper-pencil-Variante der online-„Emoticons“ am Beginn, in der Mitte und am Ende jeder Unterrichtsstunde ausgefüllt.

Wähle aus diesen Gesichtern jenes aus, das zeigt wie du dich **jetzt** gerade fühlst!

Klicke dazu das entsprechende Gesicht an! Du kannst falls nötig auch zwei oder drei Gesichter anklicken. Es erscheint ein Schieberegler auf dem du angeben kannst, wie stark du dieses Gefühl gerade empfindest. **Je mehr du den Regler in den roten Bereich schiebst, desto stärker ist das Gefühl.** Wenn du fertig bist klicke rechts unten auf **„Weiter“**!



Ich freue mich.	 	Ich bin interessiert.		Ich bin traurig.	
Ich bin stolz.	 	Ich bin verärgert.		Ich schäme mich.	
Ich bin erleichtert.		Ich langweile mich.		Ich habe Angst.	

Weiter

Abbildung 12: Oberfläche in MRM 2.0 zur Erfassung der State-Emotionen

6.3.3 Schülerfragebogen zur Fehlerkultur im Unterricht (SchüFekU)

Das Erhebungsinstrument zum Umgang mit Fehlern im Unterricht wurde von Spychiger, Mahler, Hascher und Oser (1998) entwickelt. Es umfasst 28 Items und kann in der 4.- 9. Klassenstufe eingesetzt werden. Die Items wurden für den Mathematikunterricht fachspezifisch umformuliert. Im Anhang sind der Aufbau des Fragebogens und die einzelnen Skalen dargestellt (detaillierte Darstellung bei Spychiger, Kuster & Oser, 2006). Die vier Skalen mit je zwei Beispiel-Items und die jeweilige Anzahl an Items sind in Tabelle 12 ersichtlich. Die Skalenbezeichnungen wurden von den Autoren übernommen - es ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei der Skala *Fehlerfreundlichkeit der Lehrperson* - wie bei allen vier Skalen - um die Einschätzung der SchülerInnen handelt. Desweiteren darf die Skala *Normtransparenz* nicht mit Bezugsnorm verwechselt werden, sondern muss als Transparenz von Regeln bzw. Anforderungen und damit als Klarheit/Strukturiertheit des Unterrichts verstanden werden. Hinweise auf die Validität des Instrumentes liefern Ergebnisse an einer Stichprobe von 304 SchülerInnen in der Schweiz: SchülerInnen, die die Transparenz von Normen und Regeln als hoch einschätzten berichten in Fehlersituationen deutlich weniger negative Emotionen. Auch in der Klassenklimaforschung konnte eine positive Auswirkung von klaren Regeln und transparenten Erwartungen auf die Leistung von SchülerInnen und das Klima nachgewiesen werden (vgl. Eder, 1996; Gruehn, 2000).

Skala	Beispiel-Items
Lernorientierung	Fehler im Mathematikunterricht helfen mir, es hinterher besser zu machen. (L-2) Falsche Lösungen in Aufgaben überdenke ich mehrmals. (L-7)
Fehlerfreundlichkeit (der Lehrperson)	Bei unserer Mathe-Lehrerin ist Fehlermachen nichts Schlimmes. (F-4) Der Mathe-Lehrer ist geduldig, wenn ein Schüler oder eine Schülerin im Unterricht etwas nicht versteht. (F-2)
Normtransparenz (Strukturiertheit/Klarheit des Unterrichts und der gestellten Anforderungen)	Ich verstehe oft nicht, was der Mathe-Lehrer meint. (N-4, umgepolt) Ich fühle mich unsicher, weil ich im Mathematikunterricht viele Fehler mache. (N-8, umgepolt)
Angst vor Fehlern, Scham und Schuld	Ich bekomme Angst, wenn ich im Mathe-Unterricht Fehler mache. (A-1) Ich schäme mich im Mathe-Unterricht, wenn ich vor der Klasse Fehler mache. (A-3)

Tabelle 12: Skalen und Itemzahl des SchüFekU (Spychiger, Kuster & Oser; 2006)

6.3.4 Bezugsnormorientierung des Lehrers aus Sicht der Schüler

Hier wurde die Skala „Schülerperzipierte Lehrerbezugsnorm“ (Schwarzer, Lange & Jerusalem, 1982) eingesetzt, die auch bereits in den Studien BIJU und TIMSS (Baumert et al., 1997; Gruehn, 2000) sowie PISA (2000, siehe Dokumentation der Erhebungsinstrumente, Kunter et al., 2002) verwendet wurde. Das vierstufige Antwortformat reicht von „stimmt völlig“ bis „stimmt ganz und gar nicht“. Die 4 Items der Kurzversion der Skala wurden fachspezifisch für Mathematik umformuliert:

1. Unser Mathe-Lehrer bemerkt immer sofort, wenn sich meine Leistungen verbessern oder verschlechtern.
2. Wenn ein schwacher Schüler sich verbessert, bedeutet das bei unserem Mathe-Lehrer eine „gute Leistung“, auch wenn der Schüler immer noch unter dem Klassendurchschnitt liegt.
3. Wenn ein Schüler seine Leistungen gegenüber früher verbessert, so wird er dafür vom Mathe-Lehrer besonders gelobt.
4. Unser Mathe-Lehrer lobt auch die schlechtesten Schüler, wenn er merkt, dass sie sich verbessert haben.

6.3.5 Mathematikspezifische(s) Selbstkonzept und Selbstwirksamkeit

Die 7 Items zu mathematikspezifischen Selbstwirksamkeitsüberzeugungen stammen einerseits aus der Skala „self-efficacy“ der PISA-Erhebung (2000), andererseits wurden die Aussagen der Skala „Schulbezogene Selbstwirksamkeitserwartung“ (Jerusalem & Satow, 1999) aus dem Projekt *Verbund Selbstwirksamer Schulen* (Schwarzer & Jerusalem, 1999) fachspezifisch umformuliert. Die interne Konsistenz der Skalen lag in den genannten Studien zwischen $\alpha = .70$ und $.73$. Die faktorielle Validität konnte von den Autoren durch konfirmatorische Faktorenanalysen bestätigt werden.

In Tabelle 13 sind die Items zur Selbstwirksamkeit und deren Quelle ersichtlch. Das Selbstkonzept in Mathematik wurde durch zwei Items, basierend auf der Kurzfassung des Self Description Questionnaire (SDQ) von Marsh (1990) und ebenfalls in PISA (2000) eingesetzt, gemessen. Die beiden Items werden auf einer vierstufigen Ratingskala beantwortet und lauten:

1. Mathematik ist eines meiner besten Fächer.
2. Ich war schon immer gut in Mathematik.

6.3.6 Computererfahrung

In Bezug auf die Erfahrung im Umgang mit bzw. Nutzung des Computers wurden 7 Items vorgegeben, die teilweise auf die Formulierungen der in PISA 2000 eingesetzten Skalen des Computerfragebogens zurückgehen.

In Tabelle 14 sind die Items, die mit vierstufigen Ratingskalen („stimmt gar nicht“ bis „stimmt voll und ganz“) zu beantworten sind, angeführt.

Itemformulierung	Quelle
Ich bin sicher, dass ich auch den schwierigen Stoff in Mathematik verstehen kann.	Self-efficacy (PISA, 2000) (fachspezifisch umformuliert)
Ich bin überzeugt, dass ich in Hausaufgaben und Klassenarbeiten gute Leistungen erzielen kann.	Self-efficacy (PISA, 2000) (fachspezifisch umformuliert)
Ich bin überzeugt, dass ich die Fertigkeiten, die in Mathe gelehrt werden, beherrschen kann.	Self-efficacy (PISA, 2000) (fachspezifisch umformuliert)
Ich kann auch die schwierigen Aufgaben im Mathe-Unterricht lösen, wenn ich mich anstrenge.	WIRKSCHUL (fachspezifisch umformuliert)
Es fällt mir leicht, neuen Unterrichtsstoff in Mathematik zu verstehen	WIRKSCHUL (fachspezifisch umformuliert)
Wenn ich eine schwierige Aufgabe an der Tafel lösen soll, glaube ich, dass ich das schaffen werde.	WIRKSCHUL
Selbst wenn ich mal längere Zeit krank sein sollte, kann ich immer noch gute Leistungen erzielen.	WIRKSCHUL
Wenn der Mathe-Lehrer das Tempo noch mehr anzieht, werde ich die geforderten Leistungen kaum noch schaffen können. (umzupolen)	WIRKSCHUL
Auch wenn der Mathe-Lehrer an meinen Fähigkeiten zweifelt, bin ich mir sicher, dass ich gute Leistungen erzielen kann.	WIRKSCHUL (fachspezifisch umformuliert)
Ich bin mir sicher, dass ich auch dann noch meine gewünschten Leistungen in Mathematik erreichen kann, wenn ich mal eine schlechte Note bekommen habe.	WIRKSCHUL (fachspezifisch umformuliert)

Tabelle 13: Items zu mathematischen Selbstwirksamkeitsüberzeugungen

Skala	Itemformulierung
PC-Expertise	Ich kenne mich bei Computern gut aus.
Computerinteresse	Am Computer zu arbeiten/lernen macht mir richtig Spaß.
	Es ist mir sehr wichtig mit dem Computer zu arbeiten/lernen.
	Ich benutze gern Computer, weil mich das interessiert.
Zugang zu Hause	Ich spiele zu Hause jeden Tag am Computer.
	Ich arbeite/lerne zu Hause jeden Tag am Computer.
Zugang in der Schule	Wir benutzen in der Schule häufig den Computerraum in einzelnen Fächern.

Tabelle 14: Items zur Computererfahrung

6.3.7 Fach- und Leistungsvalenz in Mathematik

Die 4 Items zur Fachvalenz in Mathematik stammen aus der Untersuchung von Zirngibl (2004):

1. Es ist sehr wichtig für mich, in Mathematik keine schlechten Noten zu bekommen.
2. Mathematik ist mir persönlich wichtig.
3. Ich finde das Fach Mathe cool.
4. Es ist sehr wichtig für mich, in Mathematik gute Noten zu bekommen.

6.3.8 Klassenklima - Rivalität

In diesem Zusammenhang sollte nicht das Klassenklima mit allen Facetten (vgl. „Landauer Skalen zum Sozialklima“ von Saldern & Littig, 1987) sondern lediglich der Wettbewerb in der Klasse erfasst werden. Aus diesem Grund wurde die Skala „Rivalität“ (bestehend aus drei Items) aus dem „Linzer Fragebogen zum Schul- und Klassenklima“ (Eder & Mayr, 2000) herangezogen und zum Teil fachspezifisch umformuliert:

1. Wenn jemand in unserer Klasse einen Fehler macht, freuen sich die anderen heimlich.
2. Bei uns streiten die Schüler oft darum, wer in Mathe besser ist.
3. Einige Schüler in unserer Klasse versuchen immer wieder, gut dazustehen, indem sie die anderen schlecht machen.

6.3.9 Fragen zur „Übungstradition“ im Mathematikunterricht

Es wurden auch Fragen zu Übungssituationen formuliert. Die Items wurden in Anlehnung an in der PISA-2000 Studie verwendeten Items im Mathematikunterricht formuliert. Das vierstufige Antwortformat beibehalten.

Insbesondere die Anforderungen und das Lerntempo waren dabei von Interesse:

1. In den Übungsstunden in Mathematik ist die Zeit meist zu kurz.
2. In den Übungsstunden in Mathematik ist das was wir machen zu schwer für mich.
3. In den Übungsstunden in Mathematik ist das was wir machen zu leicht für mich.

6.3.10 Demographische Daten und Leistungsvariablen

Als demographische Variablen wurden Geschlecht, Alter, Schulform und Klasse erhoben. Die Leistungsvariablen umfassen einerseits die Noten der Klassenarbeiten im 1. Schulhalbjahr sowie die Halbjahreszeugnisnote in Mathematik, andererseits die Leistungstest-Scores von drei Mathematiktests. Der mathematische Vor- und Zwischentest wurde aus der Pilotstudie mit geringen Änderungen (gekürzt) übernommen (siehe Anhang). Er besteht aus insgesamt 67 Rechenaufgaben, 30 Aufgaben zu Umwandlungen und Runden, sowie 20 Textaufgaben.

Die Rechenaufgaben sind in drei Subtests unterteilt (der Untertest (Un-) Gleichungen aus der Pilotstudie wurde weggelassen):

RA1: Additions- und Subtraktionsaufgaben (Pool von 32 Aufgaben)

RA2: Multiplikations- und Divisionsaufgaben (Pool von 35 Aufgaben)

RA3: Umwandlungen und Runden (Pool von 30 Aufgaben)

Die zwei Untertests zu Textaufgaben differenzieren zwischen Austausch-, Kombinations-, Vergleichs-, Multiplikations- und Divisionsaufgaben, darunter auch komplexe (mehrschrittige) Aufgaben (TA1) und Textaufgaben zu Größen und Einheiten (Geld, Zeit, Gewicht, Längenmaße) (TA2).

Der Test wurde ebenfalls in zwei Parallelformen (Version A und Version B) als Speedtest mit Zeitbeschränkung für die einzelnen Subtests vorgegeben, wobei für die beiden Textaufgaben-Teile insgesamt 15 min. zur Verfügung standen und für die drei Subtests zu

den Rechenaufgaben insgesamt 13 min. Demnach konnte der gesamte Mathematiktest inklusive Instruktion innerhalb einer Schulstunde durchgeführt werden.

Beim Nachtest wurde auf einen (in der PALMA Studie) erprobten Mathematikleistungstest mit Subtests zu verschiedenen Inhaltsbereichen aus Arithmetik, Algebra und Geometrie zurückgegriffen (Vom Hofe, Pekrun, Kleine & Götz, 2002). Der Bielefelder Mathematiktest umfasst insgesamt 48 Aufgaben zu Grundvorstellungen (Modellierungsaufgaben) und Kalkül- bzw. Rechenaufgaben mit unterschiedlichen Antwortformaten (multiple choice, freie Antwort), wobei mehrere Teilaufgaben jeweils als eigenes Item gezählt wurden. Zur Auswertung wurden die in beiden Parallelversionen vorkommenden 33 Ankeraufgaben herangezogen (siehe Tabelle 15). Die inhaltliche Orientierung des Tests entspricht dem auch in PISA verfolgten Konzept der *mathematical literacy* (vgl. Klieme, Neubrand & Lüdtke, 2001). Somit stehen bei den Aufgaben anwendungsbezogene, mathematische Modellierungsprozesse im Vordergrund - Fähigkeiten, die nicht direkt mit MRM 2.0 gefördert werden und daher zur Überprüfung von Transfer besonders interessant sind. Der Nachtest wurde im Gegensatz zu Vor- und Zwischentest als Powertest durchgeführt - SchülerInnen, die vor Ablauf der zur Verfügung stehenden Zeit bereits alle Aufgaben bearbeitet hatten, konnten zu dargestellten Termrechnungen am Ende des Tests selbst Rechengeschichten erfinden. Diese gingen nicht in die Auswertung ein. Für die Durchführung des Tests in den niederösterreichischen Schulen wurden einzelne sprachliche Formulierungen abgeändert (Apfelschorle wurde durch Apfelsaft-, Quark durch Topfen- und Orte wie Regensburg, Passau und Würzburg durch Wien, Linz und St. Pölten ersetzt).

A	B	Aufgabenbezeichnung	Aufgabentyp
1	24	Schokolade	Bruchteil
3	9	Hundefutter	Division
4	10	Brötchen	Division/Multiplikation
5	23	Kreis	Bruchteil
6	7	Kirschen	Multiplikation
8	6	Multiplikation	Multiplikation
9	26	Weinlese (a)	Indirekte Proportion
10	27	Weinlese (b)	Indirekte Proportion
11	25	Quarkcreme	Division
12	17	Waage	Grafik ablesen
13	41	Term 2	Term
14	31	Postkarte	Flächenmaße
15	18	Niederschlag (a)	Balkendiagramm ablesen
16	19	Niederschlag (b)	Balkendiagramm ablesen
17	20	Niederschlag (c)	Balkendiagramm ablesen
18	29	Lotto	Indirekte Proportion
19	21	Division	Division
28	34	Feriengeld	Multiplikation/ Division
29	32	Rechteck	Symmetrie
30	30	Garten	Umfang
31	13	Quadratmeter	Flächenmaße
32	14	Rechteckberechnung (a)	Umfang
33	15	Rechteckberechnung (b)	Fläche
34	16	Herr Brinkmeier	Division
36	2	Rom (a)	Grafik - Zeitleiste ablesen
37	3	Rom (b)	Grafik - Zeitleiste ablesen
38	4	Rom (c)	Grafik - Zeitleiste ablesen
39	5	Rom (d)	Grafik - Zeitleiste ablesen
41	33	Rechteckverdoppelung	Fläche
42	8	Symmetrieachsen	Symmetrie
46	42	Landkarte (a)	Maßstab
47	43	Landkarte (b)	Maßstab
48	44	Klasse	Verhältnis

Tabelle 15: In die Auswertung eingehenden Aufgabentypen des Nachtests

Anmerkung: In der 1. Spalte (A) sind die Itemnummern in der Testversion A angegeben, in der 2. Spalte (B) die Itemnummern in der Testversion B. Beispielitems aus dem Nachtest sind im Anhang ersichtlich.

6.4 Untersuchungsdurchführung und deskriptive Angaben

Im Oktober 2006 wurden Daten aus allen Klassen, an insgesamt 685 SchülerInnen aus Gymnasien und Hauptschulen in Niederösterreich (Wien Umgebung) und Bayreuth und Umgebung, erhoben. Die Befragungen und Tests fanden in der Schule und in der Regel unter Ausschluss der beteiligten Lehrkräfte statt. Versuchsleiter waren studentische Hilfskräfte und Lehramtsstudierende der Universität Bayreuth, die im Rahmen dieser Untersuchung ihre Zulassungsarbeiten schrieben und die SchülerInnen der Versuchsklassen in den Stunden mit MRM 2.0 betreuten (Feulner, 2007; Hauenschild, 2007; Hausner, 2007; Reithmeier, 2007; Wimmer, 2007). Im Vorfeld fand eine Versuchsleiterschulung mit verbindlichen schriftlichen Instruktionen statt.

Die Bearbeitung des Mathematik-Vortests nahm eine Schulstunde in Anspruch - eine weitere Stunde an einem anderen Tag wurde zur Beantwortung des Fragebogens genutzt.

Die Zwischentests (Parallelversionen des Vortests) wurden in den Versuchsklassen im Dezember 2006 durchgeführt. Um die Motivation *aller* SchülerInnen zu erhöhen, wurden für jeweils *beide* Gruppen jeder Klasse Buchpreise für die beiden SchülerInnen vergeben, die sich am meisten in Relation zum Vortest verbesserten. Der Nachtest und der zweite Messzeitpunkt der Fragebogenerhebung fand im Februar 2007 statt. Die Erhebungen der prozessbezogenen Emotionen beim computerbasierten Üben wurden online zu mehreren Messzeitpunkten pro Übungsstunde (siehe Kapitel 6.3.2) durchgeführt. Die prozessbezogenen Emotionen im Unterricht wurden in einer paper-pencil Variante der online-„Emoticons“ zu je drei Messzeitpunkten pro Unterrichtsstunde (je nach Klasse 6-7 Unterrichtsstunden) erfasst. State-Emotionen (in der computerbasierten Lernumgebung und im Unterricht) wurden ausschließlich in den zwölf Versuchsklassen erhoben.

Die Auswertungen der Daten erfolgte mit den Programmen SPSS für Windows (Version 15.0), AMOS 16.0 (Arbuckle, 2007), HLM 6 (Raudenbush, Bryk, Cheong & Congdon, 2004) und AutoPLS (Riemenschneider, Hanfstingl & Rollett, 2005).

6.4.1 Allgemeine deskriptive Ergebnisse

In Tabelle 16 sind die fachspezifischen Leistungen anhand der Schulaufgaben- und Halbjahreszeugnisnoten sowohl für die Gesamtstichprobe, als auch schulart- und geschlechterdifferenziert für die oberfränkische Teilstichprobe angeführt.

Tabelle 17 gibt die Daten der niederösterreichischen SchülerInnen wieder. Es sei darauf hingewiesen, dass die österreichische Notenskala von 1 bis 5 reicht, während an deutschen Schulen Notenwerte von 1 bis 6 vergeben werden.

	weiblich		männlich		gesamt	
	M	SD	M	SD	M	SD
Gesamtstichprobe						
1. Schulaufgabe	3.22	1.16	2.89	1.24	3.08	1.21
2. Schulaufgabe	3.38	1.24	3.11	1.21	3.26	1.23
Zwischenzeugnisnote	3.09	0.98	2.91	1.06	3.01	1.02
Hauptschule						
1. Schulaufgabe	3.73	1.13	3.15	1.24	3.43	1.22
2. Schulaufgabe	3.80	1.23	3.22	1.20	3.49	1.25
Zwischenzeugnisnote	3.51	0.94	3.13	1.03	3.31	1.00
Gymnasium						
1. Schulaufgabe	2.80	1.02	2.41	1.09	2.67	1.06
2. Schulaufgabe	3.06	1.16	2.95	1.21	3.02	1.17
Zwischenzeugnisnote	2.75	0.88	2.53	1.00	2.67	0.93

Tabelle 16: Mathematik-Noten der oberfränkischen SchülerInnen

Anmerkungen: Die deutsche Notenskala reicht von sehr gut (1) bis nicht genügend (6). In einigen Hauptschulklassen wurden mehr als zwei Schulaufgaben im ersten Schulhalbjahr geschrieben, in diesem Fall wurden Durchschnittswerte gebildet oder die Noten jener Schulaufgaben herangezogen, die zeitnah zu den üblichen Terminen standen.

	weiblich		männlich		gesamt	
	M	SD	M	SD	M	SD
Gesamtstichprobe						
1. Schulaufgabe	2.38	1.05	2.06	1.00	2.23	1.04
2. Schulaufgabe	2.59	1.18	2.48	1.08	2.54	1.14
Zwischenzeugnisnote	2.29	0.92	2.17	0.82	2.23	0.87
Hauptschule^a						
1. Schulaufgabe	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
2. Schulaufgabe	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Zwischenzeugnisnote	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Gymnasium						
1. Schulaufgabe	2.41	1.07	2.05	1.02	2.25	1.06
2. Schulaufgabe	2.62	1.18	2.52	1.13	2.58	1.15
Zwischenzeugnisnote	2.29	0.93	2.12	0.83	2.21	0.89

Tabelle 17: Mathematik-Noten der niederösterreichischen SchülerInnen

Anmerkungen: Die österreichische Notenskala reicht von sehr gut (1) bis nicht genügend (5).

^a Von den drei niederösterreichischen Hauptschulklassen lagen keine Notenangaben vor.

6.4.2 Item- und Skalenanalysen der Mathematik-Leistungstests

In Itemanalysen wurden für die verschiedenen Aufgabentypen der Leistungstests Testreliabilitäten und Schwierigkeitsindizes bestimmt. Da es sich beim Vor- (bzw. Zwischentest) um einen Speedtest handelte, wurden für die Berechnung der Aufgabenschwierigkeiten nur jene Aufgaben berücksichtigt, die von mehr als 70% der SchülerInnen bearbeitet wurden. Die Reliabilitätswerte des Vortests sind sehr zufriedenstellend (Cronbach's $\alpha = .91$ mit Schwankungen zwischen $.89$ und $.92$ in den beiden Parallelversionen und bei getrennter Berechnung von Text- und Rechenaufgaben).

Die Trennung der drei Subskalen des Rechentests erscheint aufgrund der Ergebnisse ebenso gerechtfertigt. Die 33 Aufgaben des Nachtests wiesen ein Cronbach's α von .82 auf.

Bei den Ergebnissen des Vortests zeigten sich nicht nur die erwarteten Schulformunterschiede, sondern auch länderspezifische Unterschiede: Sowohl in der Hauptschule, aber noch deutlicher im Gymnasium erzielten die oberfränkischen SchülerInnen signifikant bessere Ergebnisse als die SchülerInnen aus Niederösterreich, obwohl es sich um vergleichbare Gymnasien handelt. Dieser Befund lässt sich dadurch erklären, dass in Österreich lediglich die beiden Schulformen Gymnasium und Hauptschule für die weiterführende Schule zur Auswahl stehen, während im dreigliedrigen Schulsystem Deutschlands eine höhere Selektionsrate durch die Realschule gegeben ist. Darüber hinaus ergaben sich weder signifikante Unterschiede zwischen den Klassen einer Schulform (eines Landes), noch zwischen den Versuchs- und Kontrollklassen. Abbildung 13 zeigt die mittleren Vortestwerte in Form eines Balkendiagramms.

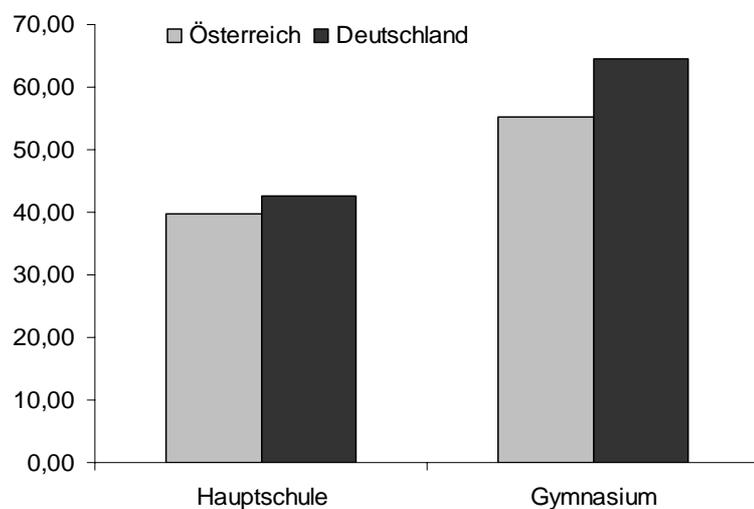


Abbildung 13: Mathematik-Vortestergebnisse zu Schulbeginn

In Tabelle 18 sind die Korrelationen der Leistungstestergebnisse und der Zwischenzeugnisnote ersichtlich.

	Vortest	Zwischentest	Nachtest	Zwischenzeugnis Note ^a
Vortest		.89**	.74**	-.59**
Zwischentest	.88**		.75**	-.61**
Nachtest	.65**	.84**		-.59**
Zwischenzeugnis Note ^a	-.39**	-.45**	-.40**	

Tabelle 18: Bivariate Pearson-Korrelationen der Leistungsdaten

Anmerkung: Werte oberhalb der Diagonale aus der oberfränkischen Teilstichprobe, Werte unterhalb der Diagonale aus der niederösterreichischen Teilstichprobe.

^a Negative Korrelationen mit Zwischenzeugnisnote ergeben sich aufgrund der üblichen Kodierung (1 = Sehr gut bis 5 (in Österreich) bzw. 6 (in Deutschland) = Nicht genügend).

** $p < .01$ (2-seitig)

6.4.3 Item- und Skalenanalysen des Emotionsfragebogens

Die Summenskalen jeder Emotion aus dem AEQ-M ergaben sowohl für die Gesamtskalen als auch getrennt nach Unterrichts- und Hausaufgabensituation gute bis sehr gute Reliabilitäten (siehe Tabelle 19). Die Skalenmittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) sind insgesamt als teststatistisch unauffällig anzusehen. Auffällig - wenn auch aufgrund bisheriger Untersuchungen (z.B. Götz, 2004) erwartet - ist dagegen die durchgehend linksgipfelige Verteilung negativer Emotionen. Da von einer homogenen Stichprobe auszugehen ist, ist davon auszugehen, dass es sich bei den negativen Emotionen um nicht-normalverteilte SchülerInnenmerkmale handelt. Für einen großen Teil der SchülerInnen stellt Angst im Unterricht oder bei der Hausaufgabensituation also keine bedeutsame Emotion dar.

Skala		Item zahl	M ^a	SD ^a	Schiefe ^b / Exzess (Kurtosis)	α^c
Freude	U	4	3.61 (3.35)	1.13 (1.21)	-0.61 (-0.35) / -0.47 (-0.90)	.92
	H	2	2.94 (2.73)	1.18 (1.23)	0.03 (0.18) / -0.88 (-0.97)	-
	G	6	3.39 (3.15)	1.07 (1.14)	-0.43 (-0.16) / -0.63 (-0.93)	.92
Stolz	U	3	3.79 (3.51)	0.95 (1.07)	-0.55 (-0.38) / -0.30 (-0.67)	.70
	H	2	3.38 (3.16)	1.14 (1.19)	-0.28 (-0.16) / -0.73 (-0.92)	-
	G	5	3.63 (3.37)	0.92 (1.00)	-0.38 (-0.29) / -0.49 (-0.56)	.88
Angst	U	4	2.04 (1.96)	0.94 (0.94)	0.85 (1.07) / 0.15 (0.63)	.74
	H	4	1.95 (1.87)	1.00 (0.96)	1.17 (1.20) / 0.76 (0.86)	.82
	G	8	1.98 (1.91)	0.90 (0.88)	1.05 (1.16) / 0.59 (0.87)	.87
Ärger	U	4	1.83 (1.91)	0.90 (0.98)	1.21 (1.17) / 0.92 (0.63)	.78
	H	4	2.23 (2.30)	1.12 (1.19)	0.82 (0.71) / -0.22 (-0.57)	.83
	G	8	2.01 (2.10)	0.94 (0.99)	0.98 (0.85) / 0.24 (-0.13)	.88
Langeweile	U	4	1.73 (1.85)	0.91 (1.02)	1.40 (1.32) / 1.42 (0.96)	.86
	H	5	1.99 (2.14)	1.10 (1.20)	1.12 (0.90) / 0.37 (-0.33)	.91
	G	9	1.87 (2.01)	0.95 (1.06)	1.22 (1.03) / 0.74 (0.14)	.93
Scham	U	5	1.98 (1.90)	1.00 (1.01)	0.98 (1.16) / 0.05 (0.54)	.86
	H	1	2.05 (1.96)	1.32 (1.31)	1.03 (1.17) / -0.18 (0.10)	-
	G	6	1.99 (1.91)	0.96 (0.97)	0.91 (1.14) / -0.08 (0.54)	.86

Tabelle 19: Werteverteilung und Reliabilitäten der Emotionsskalen des AEQ-M

Anmerkungen: U: Unterrichtssituation, H: Hausaufgabensituation, G: Gesamtskala.

Die Antwortkategorien reichen von (1) stimmt gar nicht, (2) stimmt kaum, (3) stimmt teilweise, (4) stimmt überwiegend und (5) stimmt genau. Es wurden auf die Itemzahl normierte Summenskalen gebildet (theoretisches Minimum = 1; theoretisches Maximum = 5).

^a Mittelwert und Standardabweichung zum 2. Messzeitpunkt in Klammern.

^b Eine Schiefe im Bereich [-0.5;+0.5] sowie ein Exzess im Bereich [-1.0;+1.0] kann aufgrund der Stichprobengröße als normalverteilt angenommen werden (vgl. Lienert & Raatz, 1998).

^c Cronbach's alpha. Stichprobengröße: $610 \leq n \leq 630$, da fehlende Werte.

Tabelle 20 zeigt Interkorrelationen der einzelnen Emotionen aus dem AEQ-M. Die höchste Korrelation (zu beiden Messzeitpunkten) beträgt $r = .80$ zwischen Angst und Scham - SchülerInnen, die Mathematik verstärkt mit Angst verbinden, schämen sich auch vermehrt im Unterricht. Alle Korrelationen sind in erwarteter Richtung: Es bestehen negative Zusammenhänge zwischen positiven und negativen Emotionen.

	Freude	Stolz	Ärger	Angst	Scham	Langew.
Freude		.62**	-.70**	-.43**	-.30**	-.68**
Stolz	.58**		-.38**	-.20**	-.13**	-.40**
Ärger	-.57**	-.31**		.74**	.59**	.83**
Angst	-.38**	-.22**	.79**		.80**	.53**
Scham	-.27**	-.13**	.65**	.80**		.40**
Langeweile	-.57**	-.27**	.79**	.58**	.49**	

Tabelle 20: Bivariate Pearson-Interkorrelationen der Emotionsskalen

Anmerkungen: Werte unterhalb der Diagonale beziehen sich auf Daten des 1. Messzeitpunktes, Werte oberhalb der Diagonale auf den 2. Messzeitpunkt. ** $p < .01$ (2-seitig)

6.4.4 Item- und Skalenanalysen des Fehlerkulturfragebogens

Die Kennwerte und Cronbach's α für die vier Fehlerkulturskalen sind in Tabelle 21 angeführt, wobei Streuungen um .60 für vierstufige Skalen noch als ausreichend hoch angesehen werden können. Bei der „Angst vor Fehlern“ ist die Validität durch die geringe Varianz und Linksasymmetrie eingeschränkt.

Da der von Spychiger et al. (2006) übernommene Fragebogen zur Fehlerkultur bisher in nur wenigen Studien zum Einsatz kam, wurde zur genaueren Überprüfung der vier postulierten Skalen des Fehlerkulturfragebogens eine konfirmatorische Faktorenanalyse (CFA) mit AMOS 16.0 (Arbuckle, 2007) berechnet. Dazu wurden auf Basis inhaltlicher Kriterien Parcels aus den Items gebildet (siehe Tabelle 22).

Skala	Itemzahl	M ^a	SD ^a	Schiefe ^b / Exzess	α^c
Fehler-Lernorientierung des Schülers	8	3.03 (2.80)	0.60 (0.68)	-0.50 (-0.34)/ -0.23 (-0.50)	.82
Angst vor Fehlern	5	1.91 (1.87)	0.75 (0.77)	0.83 (0.78)/ 0.07 (-0.24)	.81
Normtransparenz	8	3.09 (3.14)	0.59 (0.66)	-0.60 (-0.62)/ -0.01 (-0.27)	.83
Fehlerfreundlichkeit des Lehrers	6 ^d	3.35 (3.24)	0.48 (0.62)	-0.99 (-0.97)/ 1.47 (0.75)	.71

Tabelle 21: Werteverteilung und Reliabilitäten der Fehlerkulturskalen

Anmerkungen: Die Antwortkategorien reichen von (1) stimmt gar nicht, (2) stimmt kaum, (3) stimmt überwiegend und (4) stimmt genau. Es wurden auf die Itemzahl normierte Summenskalen gebildet (theoretisches Minimum = 1; theoretisches Maximum = 4).

^a Mittelwert und Standardabweichung zum 2. Messzeitpunkt in Klammern.

^b Eine Schiefe im Bereich [-0.5;+0.5] sowie ein Exzess im Bereich [-1.0;+1.0] kann aufgrund der Stichprobengröße als normalverteilt angenommen werden (vgl. Lienert & Ratz, 1998).

^c Cronbach's alpha.

^d Item b20 wurde ausgeschlossen. Stichprobengröße: $596 \leq n \leq 629$, da fehlende Werte.

Latente Variable	Parcel	Items
Fehler-Lernorientierung des Schülers FEKU-Lern	lern2a	ZP2b23, ZP2b24, ZP2b13 ZP2b34, ZP2b46
	lern2b	ZP2b03, ZP2b06, ZP2b44
Angst vor Fehlern FEKU-Angst	angst2a	ZP2b09, ZP2b38, ZP2b42
	angst2b	ZP2b18, ZP2b28
Normtransparenz FEKU-Norm	norm2a	ZP2b04, ZP2b31, ZP2b43, ZP2b49
	norm2b	ZP2b16, ZP2b21, ZP2b40, ZP2b48
Fehlerfreundlichkeit des Lehrers FEKU-Lehrer	lehrer2a	ZP2b29, ZP2b35
	lehrer2b	ZP2b08, ZP2b17, ZP2b33, ZP2b22

Tabelle 22: Zuordnung von Items zu Parcels und ihren latenten Variablen

Die vier Faktoren konnten bestätigt werden (siehe Abbildung 14), jedoch zeigte sich im besten Modell, dass die Items der Skala „Angst vor Fehler“ nicht ausschließlich auf der postulierten latenten Skala laden. Bei Betrachtung der Itemformulierungen (z.B. „Ich schäme mich im Unterricht, wenn ich vor der Klasse Fehler mache.“) scheint der Zusammenhang mit dem Verhalten der Lehrkraft im Klassenkontext (Skala FEKU-Lehrer) durchaus plausibel. Aufgrund der hohen Faktorladungen stellen die entsprechenden

Items/Parcels dennoch eindeutige Indikatoren für die Skala dar. Das Modell in seiner postulierten Form (ohne zusätzlichen Pfad von „angst2b“ auf „FEKU Angst“) weist darüber hinaus einen noch weitgehend akzeptablen Fit ($\chi^2 = 62.0$; $df = 14$; $\chi^2/df = 4.42$; $RMSEA = 0.07$; $CFI = 0.97$; $AIC < BIC$) auf. Die Skala „Fehlerfreundlichkeit der Lehrkraft“ weist ebenfalls eine ausreichende Reliabilität und ausreichend große Faktorladungen auf. Beide Parcels zeigen zufriedenstellende Kommunalitäten ($> .40$), sodass alle vier postulierten Skalen zu weiteren Analysen verwendet werden.

In Abbildung 14 sind die disattenuierten Korrelationen der vier Fehlerkulturskalen dargestellt. Am stärksten ist der (negative) Zusammenhang zwischen Angst vor Fehlern und der Normtransparenz, also Klarheit im Mathematikunterricht. Bivariate Korrelationen mit der Zwischenzeugnisnote zeigen, dass die Fehler-Lernorientierung weder am Beginn noch am Ende des ersten Schulhalbjahres mit der Note zusammenhängt. Die von den SchülerInnen wahrgenommene Transparenz von Anforderungen und Regeln im Unterricht korreliert hingegen negativ mit der Zwischenzeugnisnote¹² ($r = -.33$), die positiv mit der Angst vor Fehlern zusammenhängt.

¹² Bei Korrelationen mit Noten ist die Kodierung (1 = Sehr gut bis 5 (bzw. 6) = Nicht genügend) zu beachten, sodass hohe Werte schlechte Noten – niedrige Werte gute Noten bedeuten.

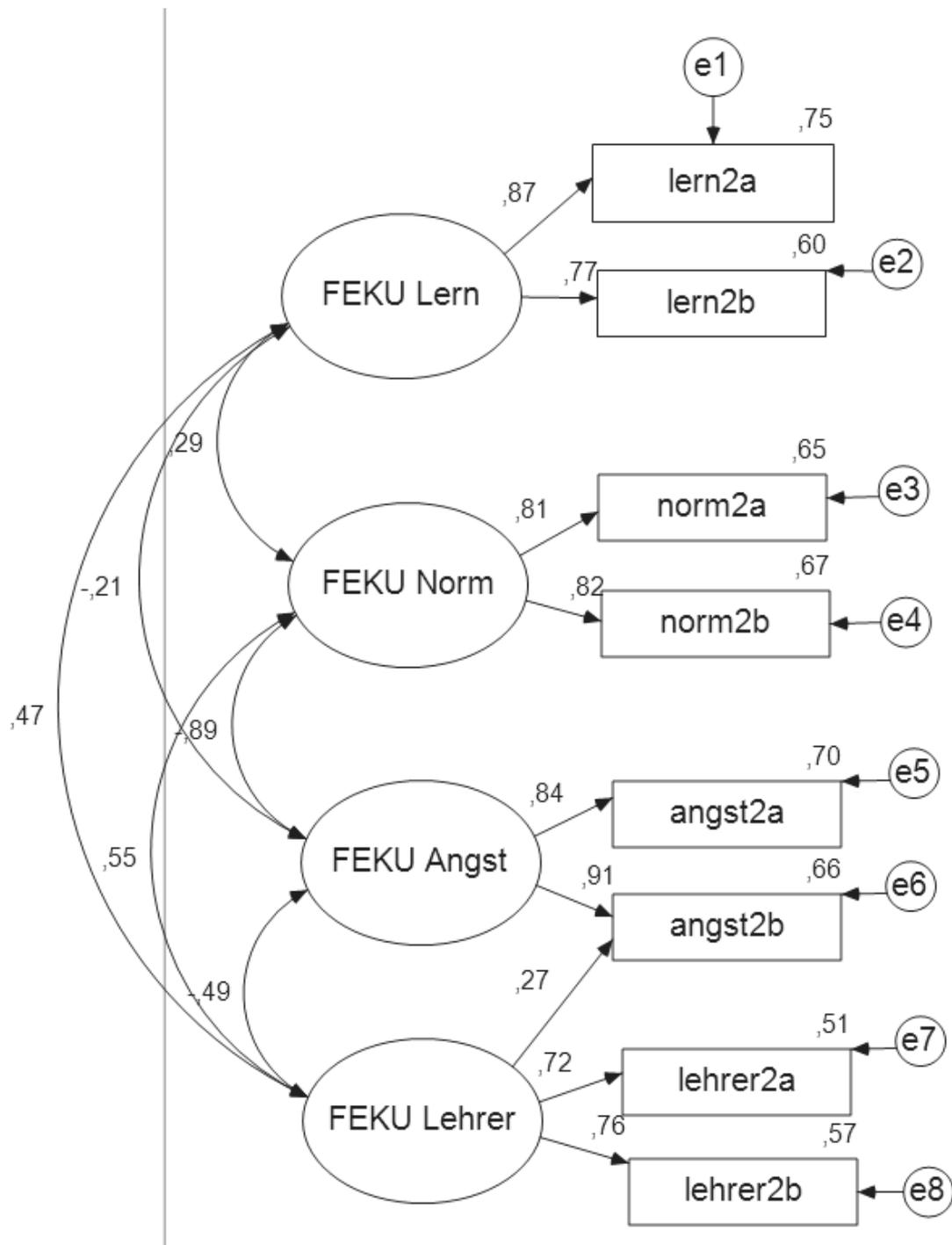


Abbildung 14: Konfirmatorische Faktorenanalyse zu den vier Fehlerkulturskalen (AMOS 16.0)

Anmerkungen: $\chi^2 = 31.4$; $df = 13$; $\chi^2/df = 2.41$; RMSEA = 0.04; CFI = 0.99; AIC < BIC.

6.4.5 Item- und Skalenanalysen der restlichen Skalen

Nachfolgende Tabelle 23 zeigt Mittelwerte, Standardabweichungen und Reliabilitätskennwerte der Skalen zu Selbstkonzept, Selbstwirksamkeit, Klassenrivalität, Mathematikvalenz, eingeschätzte Bezugsnormorientierung der Lehrkraft und Computererfahrung.

Skala	Itemzahl	M	SD ^a	Schiefe ^b / Exzess	α^c
Selbstkonzept	2	2.89 (2.76)	0.91 (0.99)	-0.5 (-0.3) / -0.67 (-.1.05)	-
Selbstwirksamkeit	7 ^d	3.33 (3.13)	0.54 (0.69)	-0.93 (-0.82) / 0.67 (0.45)	.86
Wahrgenommene Klassenrivalität	3	1.82 (1.87)	0.80 (0.82)	0.95 (0.77) / 0.09 (-0.23)	.71
Fachvalenz	4	3.34 (3.09)	0.56 (0.70)	-0.89 (-0.60) / 0.63 (-0.15)	.67
Wahrgenommene individuelle Bezugsnormorientierung	4	3.33 (3.20)	0.52 (0.68)	-0.87 (-1.03) / 0.90 (0.95)	.75
Computererfahrung	6 ^e	2.96 (3.01)	0.72 (0.70)	-0.61 (-0.60) / -0.06 (-0.29)	.82

Tabelle 23: Werteverteilung und Reliabilitäten der Fehlerkulturskalen

Anmerkungen: Die Antwortkategorien reichen von (1) stimmt gar nicht, (2) stimmt kaum, (3) stimmt überwiegend und (4) stimmt genau. Es wurden auf die Itemzahl normierte Summenskalen gebildet (theoretisches Minimum = 1; theoretisches Maximum = 4)

^a Mittelwert und Standardabweichung zum 2. Messzeitpunkt in Klammern.

^b Eine Schiefe im Bereich [-0.5;+0.5] sowie ein Exzess im Bereich [-1.0;+1.0] kann aufgrund der Stichprobengröße als normalverteilt angenommen werden (vgl. Lienert & Raatz, 1998).

^c Cronbach's alpha.

^d Die Items b05, b11 und b37 wurden ausgeschlossen.

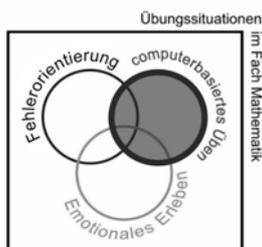
^e Item c07 (Nutzung des Computers in der Schule) wurde ausgeschlossen.

Stichprobengröße: $593 \leq n \leq 638$, da fehlende Werte.

6.5 Fragestellungen und Hypothesen

Die Fragestellungen der Hauptuntersuchung sind den eingangs dargestellten drei Schwerpunktbereichen der Arbeit zugewiesen. Tabelle 24 gibt die Hypothesen wieder, die aus den bisher dargestellten Befunden und Modellen abgeleitet wurden. Die einzelnen Hypothesen werden nachfolgend näher erläutert, wobei auf entsprechende Kapitel des Theorieteils verwiesen wird.

Teilbereich A: Mathematikleistung und computergestütztes Üben



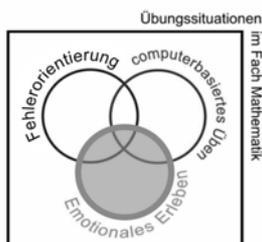
Wirksamkeit computerbasierten Übens:

1. SchülerInnen der Versuchsgruppen erzielen bessere Leistungsergebnisse im Zwischentest als die SchülerInnen der Kontrollgruppen jeder Klasse.
2. Die Versuchsklassen erzielen bessere Leistungsergebnisse im Nachtest als die Kontrollklassen.

Datenbankanalysen:

3. Sind Leistungsunterschiede nach der Intervention auf die vermehrte Bearbeitung eines bestimmten Aufgabentyps zurückzuführen?

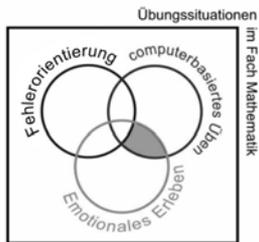
Teilbereich B: Emotionales Erleben von SchülerInnen



Trait-/habitualisierte Emotionen:

4. Welche Emotionen dominieren im Fach Mathematik am Beginn der 5. Jahrgangsstufe?
5. Replikation: Mädchen berichten weniger positive und mehr negative Emotionen im Fach Mathematik als Jungen.
6. Lassen sich schulformspezifische Unterschiede in den Mathematikemotionen zu Schuljahresbeginn replizieren?
7. SchülerInnen der Risikogruppe (subjektiv hohe Anforderungen, Leistungsschwache) berichten weniger positive Emotionen.
8. Replikation: Mädchen weisen ein ungünstigeres Selbstkonzept in Mathematik auf als Jungen.
9. Replikation: Im Gymnasium verschlechtert sich innerhalb der ersten Schuljahreshälfte nach dem Übertritt das mathematische Selbstkonzept der SchülerInnen (BFLP-Effekt).
10. Versuchsklassen berichten mehr positive und weniger negative Mathematikemotionen als Kontrollklassen.
11. Insbesondere SchülerInnen der Risikogruppe zeigen eine günstigere Emotionsbilanz nach der Intervention mit MRM 2.0 (Mediansplit).

(Fortsetzung)
Teilbereich B:



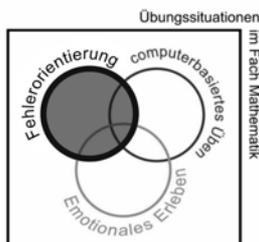
State-Emotionen:

12. In der computerbasierten Lernumgebung werden vorwiegend positive Emotionen erlebt. Müssen diese auf einen Novitätseffekt zurückgeführt werden?

13. Unterscheiden sich SchülerInnen nach ihren emotionalen Reaktionsmustern auf Erfolg und Misserfolg? SchülerInnen mit positivem Selbstkonzept, hoher Fachvalenz bzw. Fehler-Lernorientierung erleben weniger negative Emotionen nach Misserfolg.

14. Validitätsprüfung von State-Emotionen: Erwartet werden mittlere, positive Zusammenhänge zwischen State- und Trait-Emotionen.

Teilbereich C:
Einstellung zu Fehlern
und der Umgang damit
im Unterricht
(Fragebogendaten)



15. Replikation: Einbettung und Überprüfung des Kontrukts der Fehlerkultur. Gibt es schulform- oder geschlechtsspezifische Unterschiede?

16. Versuchsklassen weisen ein günstigeres Selbstkonzept bzw. eine höhere Fachvalenz und Fehler-Lernorientierung auf als Kontrollklassen.

17. Prüfung des Modells von Pekrun (2000, 2006): Zusammenhänge zwischen der Einstellung zu Fehlern, Fachvalenz, Selbstkonzept und Mathematik-Emotionen.

Tabelle 24: Fragestellungen und Hypothesen der Hauptuntersuchung im Überblick

Anmerkungen: Weitere Details zu den einzelnen Hypothesen finden sich im Text.

Im Zuge der Evaluation von MRM 2.0 (siehe Hypothesen 1 und 2 in Tabelle 24) wird die erwartete Leistungssteigerung durch das Computerprogramm geprüft (*vgl. Kapitel 2, S. 10; Kapitel 2.1.1, S. 14 und Kapitel 2.1.3, S. 17/18 bzw. S. 19 im theoretischen Teil dieser Arbeit*). Dabei soll auch die Wirkung von Textaufgaben (Hypothese 3; *vgl. Kapitel 2.1.2, S. 14/15*) analysiert werden.

Zu Teilbereich B sollen zunächst anhand von Gruppenvergleichen bisherige Befunde zu schulform- und geschlechtsspezifischen Unterschieden bei Emotionen (Fragebogendaten) und dem Selbstkonzept von SchülerInnen (*vgl. Kapitel 3.1.2, S. 37/38 und Kapitel 3.2.2, S. 43/44*) repliziert werden (Hypothesen 4-9).

Neben den oben genannten positiven Leistungseffekten werden auch Effekte auf die Emotionen der SchülerInnen erwartet: Vergleiche zwischen Versuchs- und Kontrollklassen sollen Aufschluss über die positive Wirkung computerbasierten, adaptiven Übens auf die (Trait-) Emotionen im Fach Mathematik geben (Hypothese 10; *vgl. Kapitel 2, S. 9 und Kapitel 2.1.1, S. 14 sowie Kapitel 2.1.3, S. 20*). Es wird angenommen, dass die Versuchsklassen höhere Ausprägungen in den positiven Emotionen und geringere Ausprägungen in den negativen Emotionen am Ende des ersten Schulhalbjahres aufweisen. Dabei werden auch SchülerInnengruppen (Mediansplit: Leistungsschwache versus Leistungsstarke) miteinander verglichen und Extremgruppenvergleiche (subjektiv eingeschätzte Überforderung im Unterricht) angestellt (Hypothesen 7 und 11; *vgl. Kapitel 3.1.2, S. 37 und Kapitel 3.2.3, S. 49*).

Für die situationsspezifischen Emotionen werden zunächst Art und Ausmaß der unterschiedlichen State-Emotionen in der computerbasierten Lernumgebung analysiert. Es wird erwartet, dass vorwiegend positive Emotionen erlebt werden, wobei im nächsten Schritt eine Abnahme von Freude und Interesse an dem Programm im Laufe der Intervention geprüft werden soll, um einen Novitätseffekt auszuschließen (Hypothese 12; *vgl. Kapitel 2, S. 9 bzw. Kapitel 2.3, S. 293*).

Darüber hinaus werden unterschiedliche emotionale Reaktionsmuster auf Erfolg und Misserfolg erwartet, wobei hier der Einfluss individueller (stabilerer) „Traits“ (Selbstkonzept, Fachvalenz, lernzielorientierte Einstellung zu Fehlern) untersucht werden soll (Hypothese 13; *vgl. Kapitel 3.1.1, S. 32; Kapitel 3.2.5, S. 55-57; Kapitel 4.3., S. 67 bzw. S. 68 und Kapitel 4.3.1, S. 70/71*).

Zur Validitätsprüfung der State-Emotionen (Hypothese 14) werden Zusammenhänge zwischen den während des Unterrichts erhobenen Emotionen und den im Fragebogen erfassten Trait-Emotionen bestimmt.

Zu Teilbereich C wird zunächst das Konstrukt der Fehlerkultur und dessen Einbettung hinsichtlich (Trait-) Emotionen, Selbstkonzept und Fachvalenz korrelativ überprüft (Hypothesen zu 15; *vgl. Kapitel 3.1.2, S. 35/36; Kapitel 4.1, S. 63; Kapitel 4.3.1, S. 69/70*): Es werden positive Korrelationen zwischen positiven Emotionen (sowie Selbstkonzept und Fachvalenz) und der Fehler-Lernorientierung, der von den SchülerInnen wahrgenommenen Klarheit/Normtransparenz im Unterricht und der Fehlerfreundlichkeit der Lehrkraft erwartet. Analog werden negative Zusammenhänge dieser Variablen mit negativen Emotionen erwartet. Darüber hinaus sollen mögliche schulform- und geschlechtsspezifische Unterschiede in der Fehlerkultur (explorativ) überprüft werden. Danach werden (analog zu Teilbereich B) Vergleiche zwischen Versuchs- und Kontrollklassen angestellt, wobei Unterschiede zugunsten der Versuchsklassen in der Fachvalenz und der Fehler-Lernorientierung sowie dem mathematischen Selbstkonzept erwartet werden (Hypothese 16; *vgl. Kapitel 2, S. 9 und Kapitel 2.1.1, S. 14; Kapitel 4.3.1, S. 69 und Kapitel 4.3.2, S. 73/74*).

Zuletzt werden Zusammenhänge zwischen Fehlerkulturvariablen und habitualisierten Emotionen nach dem Modell von Pekrun (2006) pfadanalytisch geprüft (Frage 17; *vgl. Kapitel 3.1.2, S. 35*). Dabei wird die individuelle Fehler-Lernorientierung neu eingeführt und positive Korrelationen mit dem fachspezifischen Selbstkonzept, der Fachvalenz und der subjektiv eingeschätzten individuellen Bezugsnorm der Lehrkraft angenommen. Angst vor Fehlern sollte hingegen negativ mit dem Selbstkonzept und positiv mit der wahrgenommenen Rivalität in der Klasse korrelieren. Weiters wird angenommen, dass unterschiedliche Zusammenhänge zwischen den vier Variablen der Fehlerkultur und den einzelnen Emotionen bestehen, wobei Unterschiede zwischen leistungsstarken und -schwachen SchülerInnen berücksichtigt werden. Dabei wird ein datengeleitetes Vorgehen zur Untersuchung der Zusammenhangsmuster im Strukturgleichungsmodell umgesetzt.

6.6 Ergebnisse zum Teilbereich A: Computerbasiertes Üben und Mathematikleistung

6.6.1 Leistungssteigerung durch MRM 2.0

Um Unterschiede durch einen leistungsförderlichen Effekt des computerbasierten Übens mit MRM 2.0 zu prüfen, wurden zunächst die Versuchs- und Warte-Kontrollgruppen innerhalb der Klassen in ihren Vor- und Zwischentestergebnissen miteinander verglichen. Zur Kontrolle möglicher Klasseneffekte wurden die einzelnen Werte der SchülerInnen des Zwischentests am jeweiligen Vortest-Klassenmittelwert

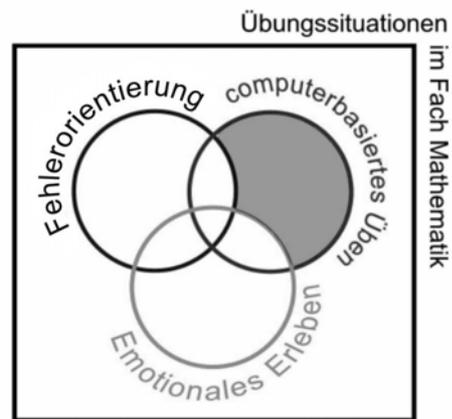


Abbildung 15: Teilbereich A

standardisiert. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Versuchsgruppe(n) und den Warte-Kontrollgruppe(n) ($p = .001$; $df = 319$; $T = 3,236$). Damit wurde der erwartete Unterschied bestätigt. Tabelle 25 zeigt die (am Vortest-Klassenmittelwert zentrierten) Mittelwerte und Standardabweichungen der Versuchs- und Kontrollbedingung.

	SchülerInnen der Versuchsgruppen (MRM 2.0)	SchülerInnen de Kontrollgruppen (traditionelle Übungsstunden)
M (SD)	0.98 (1.18)	0.57 (1.07)
n	174	147

Tabelle 25: Mittelwerte der Zwischentestergebnisse (Standardabweichungen in Klammern)

Anmerkung: Geringere Stichprobengröße, da nur die SchülerInnen der Versuchsklassen am Zwischentest teilnahmen.

Die Effektgröße für den Unterschied zwischen beiden Gruppen liegt bei $d = 0.43$, die individuelle Verbesserung der SchülerInnen, die mit MRM 2.0 arbeiteten beträgt $d' = 0.93$ (Warte-Kontrollgruppen: $d' = 0.70$). Bei detaillierter Betrachtung der einzelnen Versuchsklassen zeigt sich, dass die Unterschiede zwischen Kontroll- und Versuchsgruppe in manchen Klassen sehr hoch ausfallen, in einer Hauptschulklasse (Klasse 6) kein Unterschied besteht und in einer Gymnasialklasse (Klasse 23) dagegen die Kontrollgruppe bessere Leistungen im Zwischentest erzielte (siehe Abbildung 16).

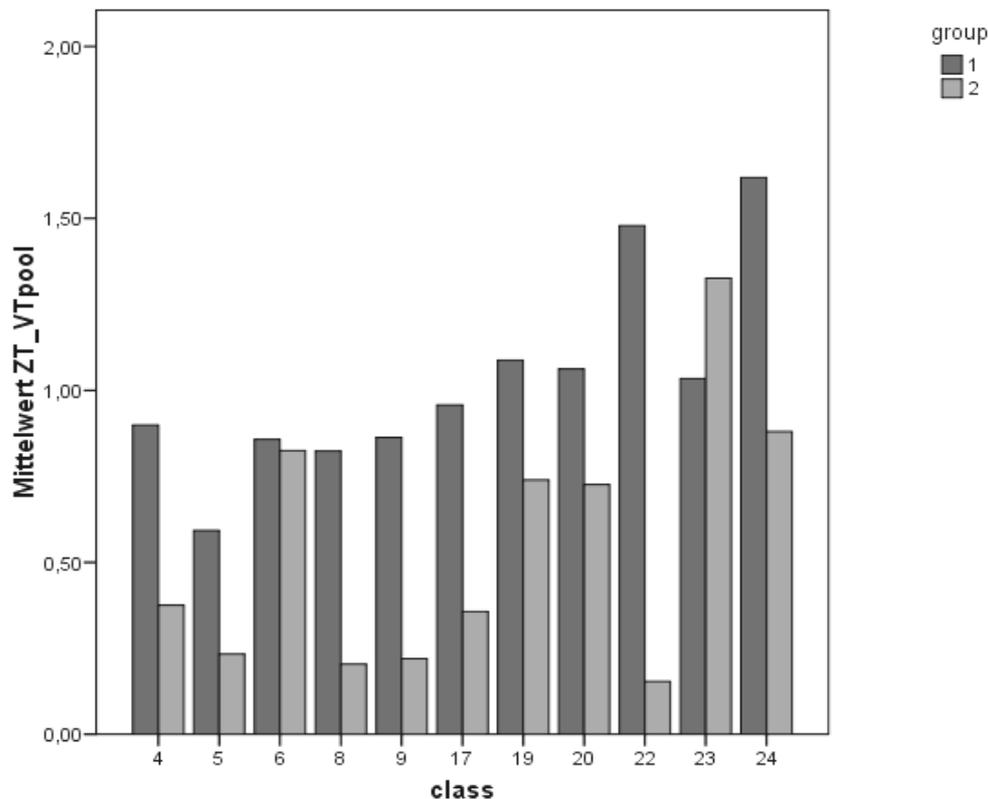


Abbildung 16: Zwischentestergebnisse getrennt nach Klassen und Versuchs- und Kontrollgruppen

Anmerkungen: Die Zwischentestwerte wurden am Vortest-Klassenmittelwert zentriert. Einstellige Klassennummerierungen sind Hauptschulklassen, zweistellige Gymnasialklassen. Dunkelgraue Balken kennzeichnen die Versuchsgruppe (group 1), hellgraue Balken die Kontrollgruppe (group 2) in jeder Klasse.

Werden die Verbesserungen in beiden Gruppen getrennt für Text- und Rechenaufgaben analysiert (beispielhaft für die Gymnasialklassen siehe Abbildung 17), zeigt sich, dass die SchülerInnen der Versuchsgruppen (group 1) vor allem im Bereich der Textaufgaben Leistungsgewinne vom Vor- zum Zwischentest erzielen konnten.

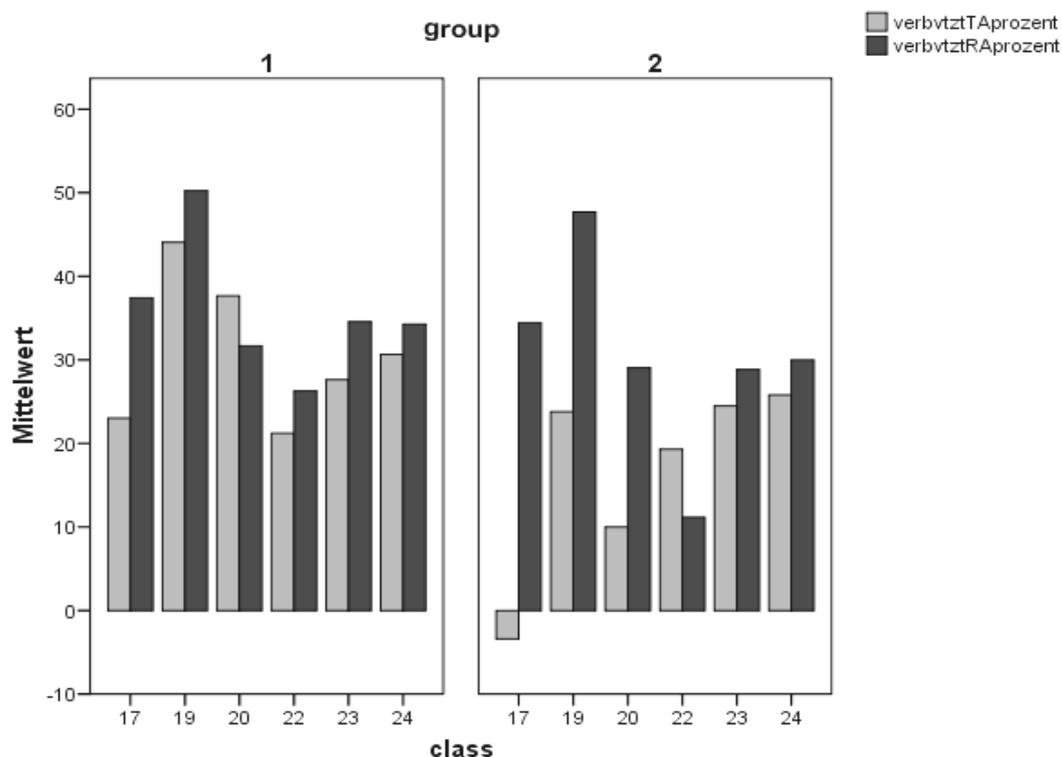


Abbildung 17: Prozentuale Verbesserung in Rechen- und Textaufgaben (nur Gymnasium)

Anmerkung: Group 1 (linke Seite) steht für die Versuchsgruppen, group 2 (rechte Seite) für die Kontrollgruppen in den einzelnen Gymnasialklassen.

Da für den Nachtest ein anderes Instrument als zuvor zum Einsatz kam, konnten keine direkten Veränderungsmaße herangezogen werden. Ein erster Blick auf die mittleren Nachtestwerte aller Klassen (Abbildung 18) weist allerdings auf durchschnittlich bessere Leistungen der Versuchsgruppen hin - ein Befund, der sich in der statistischen Überprüfung (siehe weiter unten) bestätigte. Lediglich in zwei Versuchsgruppen (11A, 27C) wurden keine höheren Nachtestwerte erzielt als in den Kontrollgruppen, wobei sich das Ergebnis der Hauptschulklasse (11A) damit erklären lässt, dass die Übungsstunden mit MRM 2.0 wegen technischer Schwierigkeiten nicht ungestört durchgeführt werden konnten.

Darüber hinaus lassen sich die Ergebnisse der Versuchsgruppen im Nachtest als Transferleistung interpretieren, da die in MRM 2.0 geübten Fertigkeiten auf neue, anwendungsbezogene Aufgaben der Bereiche Arithmetik, Algebra und Geometrie übertragen wurden (z.B. Interpretation von Grafiken/Diagrammen oder Verhältnisaufgaben) - Aufgabentypen, die nicht in MRM 2.0 geübt wurden.

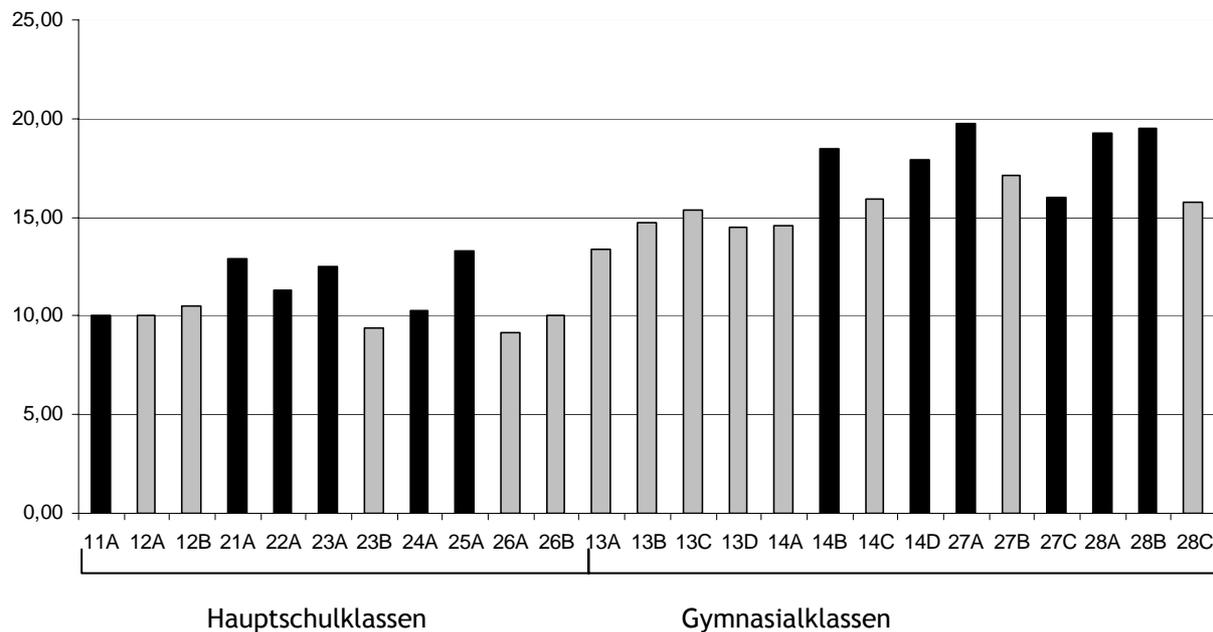


Abbildung 18: Nachtestwerte aller Klassen

Anmerkung: schwarze Balken kennzeichnen Versuchsklassen (MRM 2.0), graue Balken kennzeichnen Kontrollklassen (ohne Intervention).

Zur Prüfung von Unterschieden zwischen Versuchs- und Kontrollklassen im Nachtest wurde einerseits ein T-Test mit den aggregierten Werten auf Klassenebene (12 Versuchs- versus 13 Kontrollklassen), andererseits eine Kovarianzanalyse mit den individuellen SchülerInnen-Werten berechnet, in der die Vortestleistung herauspartialisiert wurde. Letztere zeigte für die Gymnasien in beiden Ländern signifikante Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollklassen. Deutliche Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollklassen zeigten sich auch bei den deutschen HauptschülerInnen. Lediglich für die niederösterreichischen HauptschülerInnen ließ sich kein positiver Effekt nachweisen. Aufgrund der technischen Probleme bei der Durchführung des Trainings in der Versuchsklasse 11A, widerlegt das jedoch nicht den Gewinn durch MRM 2.0. Abbildung 19 veranschaulicht die Unterschiede zwischen Kontroll- und Versuchsklassen hinsichtlich der Mathematikleistungen im Nachtest. Der durchgeführte T-Test mit Klassen als Untersuchungseinheit erbrachte ebenfalls signifikante Mittelwertsunterschiede ($p = .000$ bzw. $p = .014$ für Gymnasial- bzw. Hauptschulklassen).

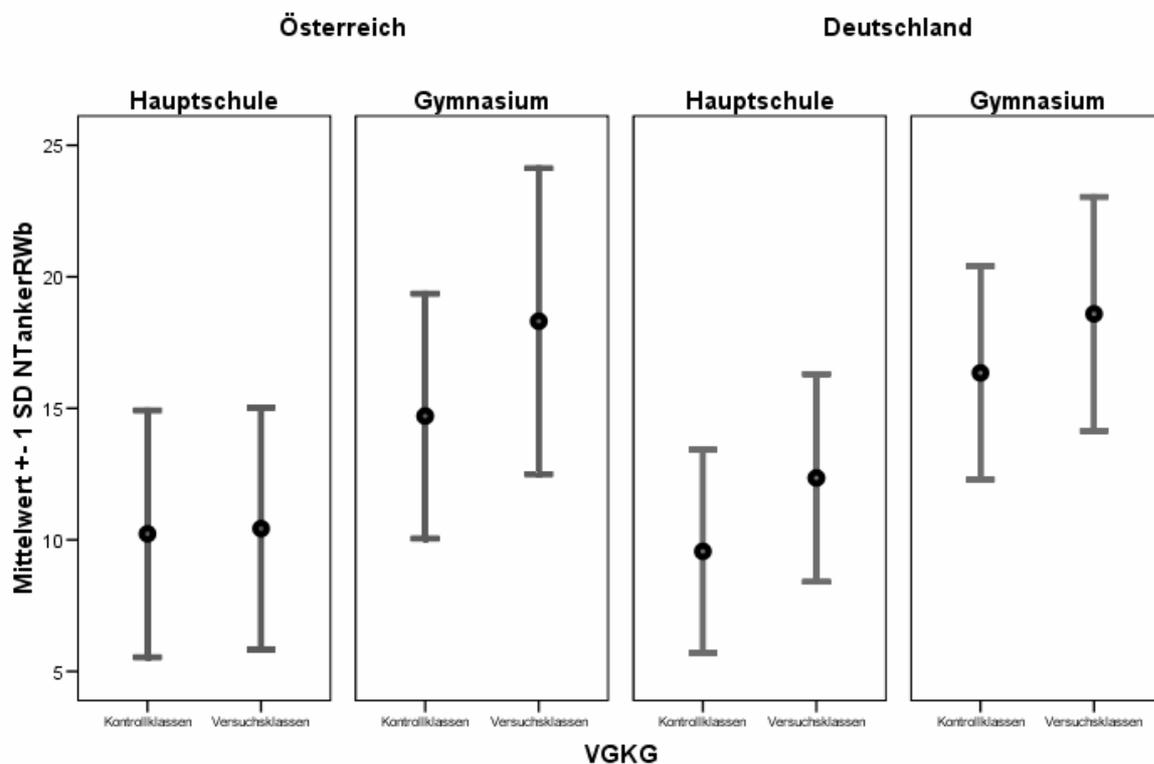


Abbildung 19: Ergebnisse der ANCOVA (Kovariate: Vortestlesitung) zum Nachttest

Anmerkung: Unter den österreichischen Hauptschulklassen befindet sich lediglich eine Versuchs-klasse, in der aufgrund technischer Schwierigkeiten die Übung mit MRM 2.0 nicht optimal durchgeführt wurde.

6.6.2 Analysen der Bearbeitungsprotokolle¹³

Durchschnittlich wurden im Zuge der Übungsstunden mit MRM 2.0 von jeder Schülerin/ jedem Schüler etwa 50 Aufgaben (ca. 6 Aufgabenpakete) pro Stunde bearbeitet, wobei die individuelle Paketzahl pro Stunde erheblich variierte ($\text{range}_{\text{pakete}} = [2;13]$). Die große Spannweite ergibt sich dabei ausschließlich aus den unterschiedlichen Bearbeitungsgeschwindigkeiten der SchülerInnen, da bei der Berechnung der durchschnittlichen Paketzahl fehlende Übungsstunden einzelner SchülerInnen (z.B. Abwesenheit durch Krankheit) berücksichtigt wurden. Da bei der Bearbeitung auch durch „Weiterklicken“ ohne Antworteingabe Aufgabenpakete „übersprungen“ werden konnten, wurden nur jene Pakete berücksichtigt, die von den SchülerInnen tatsächlich *bearbeitet* wurden. Als Ausschluss-

¹³ Bei allen nachfolgenden Auswertungen der Datenbank sind die SchülerInnen der Klasse 23A ausgenommen, da hier das Programm an jedem Einzelplatz installiert werden musste und der dadurch entstandene Auswertungsaufwand nicht bewältigbar gewesen wäre.

kriterium wurden Bearbeitungszeiten von weniger als 30 Sekunden bei Rechen- und weniger als 60 Sekunden bei Textaufgaben herangezogen.

Im Vergleich dazu wurden nach Angaben der Lehrkräfte durchschnittlich 15 Aufgaben (Median; $\text{range}_{\text{Aufgaben}} = [2;48]$) in einer Übungsstunde bearbeitet. In jenen Klassen (23A, 14D) mit der höchsten Zahl an Übungsaufgaben wurden diese vorwiegend in Einzel- oder Partnerarbeit bearbeitet. In den restlichen Klassen wurden Übungsblätter in Einzel- oder Kleingruppenarbeit mit der gemeinsamen Bearbeitung im Plenum (L-S-Gespräch, Demonstration durch Lehrkraft) kombiniert.

Durch den Auswahlalgorithmus festgelegt, wurden etwa gleich viele Text- wie Rechenaufgaben vorgegeben, wobei Textaufgaben von manchen SchülerInnen übersprungen wurden. Nach der Analyse *bearbeiteter* Aufgaben fanden sich in jeder Klasse „langsame und schnelle Rechner“, wobei Textaufgaben generell länger bearbeitet wurden. Auffällig sind die deutlich längeren Bearbeitungszeiten von Textaufgaben bei den HauptschülerInnen: Durchschnittlich etwa dreimal so lang wie GymnasiastInnen.

Um zu überprüfen, ob eine vermehrte Bearbeitung von Textaufgaben bei Kontrolle des Leistungsniveaus (Kovariate: Vortestleistung) mit einer besseren Nachttestleistung einhergeht, wurden Extremgruppenvergleiche angestellt. Dabei wurden die SchülerInnen anhand der bearbeiteten Textaufgaben in drei Gruppen (wenig-mittel-viel) aufgeteilt und anschließend die beiden Gruppen „wenige Textaufgaben“ und „viele Textaufgaben“ in einer Kovarianzanalyse miteinander verglichen (AV: Nachttestleistung). Es zeigte sich, dass, auch nach Herauspriorisierung des Leistungsniveaus, signifikant bessere Nachttestergebnisse von jenen SchülerInnen erzielt wurden, die mehr Textaufgaben bearbeitet hatten ($F(1;132) = 8.291$; $p = .005$; $\eta^2 = .06$, mittlerer Effekt nach Gediga & Kuhnt, 1998).

Bei der Analyse der empirischen Schwierigkeitsindizes¹⁴ erwiesen sich Additions- und Subtraktionsaufgaben der Länge 5 (z.B. „ $213 + 243 = __$ “) für HauptschülerInnen und SchülerInnen aus dem Gymnasium als einfach, während Rechenaufgaben zu Multiplikation und Division (z.B. „ $86 \times 17 = __$ “ oder „ $682 : 22 = __$ “) nur zu 35% von HauptschülerInnen und zu 50% von GymnasiastInnen richtig gelöst wurden. Die beiden nachfolgenden Tabellen

¹⁴ Der Schwierigkeitsindex p einer Aufgabe ist gleich dem prozentualen Anteil richtig gelöster Aufgaben in Beziehung zur Analysestichprobe n . Der Schwierigkeitsindex fällt also bei schwierigen Aufgaben niedrig, bei leichten hoch aus. (z.B. Lienert & Raatz, 1998).

geben einen Einblick in die aus der Datenbank ermittelten Schwierigkeitsindizes ausgewählter Aufgabentypen.

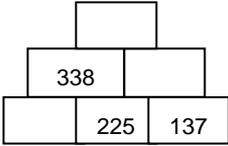
<i>Rechenaufgaben (RA)</i>	Addition/ Subtraktion Länge 5	Addition/ Subtraktion Länge 7	Addition Zahlenpyramide	Multiplikation/ Division Länge 5
Beispielaufgabe(n)	$420 - 126 =$	$80 - 64 + 77 =$		$63 \times 7 =$
Hauptschüler	0.88	0.58	0.31	0.35
Gymnasiasten	0.90	0.73	0.49	0.50

Tabelle 26: Schwierigkeitsindizes ausgewählter Aufgabentypen (Rechenaufgaben)

<i>Textaufgaben (TA)</i>	Additions/ Subtraktion ^a	Multi- plikation/ Division ^b	Zahlenrätsel ^c	komplex ^d (mehrschrittig)
Beispielaufgabe(n) siehe Anmerkungen				
Hauptschüler	0.50	0.38	0.27 ^e	0.23
Gymnasiasten	0.73	0.50	0.55	0.32

Tabelle 27: Schwierigkeitsindizes ausgewählter Aufgabentypen (Textaufgaben)

Anmerkungen:^a *Beispiel:* Timmy hat insgesamt 228 Euro gespart. Davon nimmt er 43 Euro für seinen Geldbeutel. Wieviel Euro hat Timmy noch in seinem Sparschwein? (Komplexe Textaufgaben beinhalten alle Grundrechenarten und erfordern mehrere Rechenschritte.)

^b *Beispiel:* In jedem der 9 Regalfächer im Supermarkt stehen 75 Gläser Marmelade. Wie viele Marmeladengläser stehen in den Regalen im Supermarkt?

^c *Beispiel:* Ich suche eine Zahl. Wenn ich 270 von ihr abziehe, dann die Zahl mal vier nehme, erhalte ich 604. Wie heißt die Zahl?

^d *Beispiel:* Die Eintrittspreise für das Erlebnisbad sind: Erwachsene: 13 €, Kinder: 7 €. Marion wünscht sich zum Geburtstag mit ihren Eltern und einigen Freunden in das Erlebnisbad zu fahren. Die Eltern haben 65 € zur Verfügung. Wieviele Kinder kann Marion einladen?

^e Dieser Aufgabentyp wurde nur von wenigen HauptschülerInnen erreicht. Der Schwierigkeitsindex ist somit ungenau geschätzt.

6.6.3 Zusammenfassende Diskussion (Teilbereich A)

Das adaptive Mathematikprogramm *Merlins Rechenmühle* (Version 2 .0) konnte erfolgreich (mit der Einschränkung einiger technischer Probleme in einer Hauptschulklasse) im Unterricht von zwölf Versuchsklassen implementiert werden. Die Evaluationsergebnisse

zeigen signifikante Leistungssteigerungen der SchülerInnen in Mathematik. Dabei profitierten die SchülerInnen besonders von der Bearbeitung von Textaufgaben. Deutlich unterschieden sich innerhalb einer Übungsstunde die von jedem Schüler/ jeder Schülerin *aktiv* bearbeiteten Aufgaben: Während im traditionellen Mathematikunterricht durchschnittlich 15 Aufgaben bearbeitet wurden, wurden mit dem Programm durchschnittlich mehr als dreimal so viele Aufgaben bewältigt. Schwierigkeiten bereiten SchülerInnen der 5. Jahrgangsstufe vor allem Multiplikations- und Divisionsaufgaben (im Vergleich zu Rechenaufgaben zur Addition und Subtraktion), sowie komplexe Textaufgaben. Die Effektgröße $d = 0.43$ für den Leistungsunterschied zwischen den SchülerInnen mit MRM 2.0 und jenen aus herkömmlichen Übungsstunden, übertrifft die in anderen Studien ermittelten Effektstärken für computerbasiertes Lernen im Fach Mathematik (Lehmann & Seeber, 2005; Ysseldyke et al., 2003; Kulik & Kulik, 1991). In Anbetracht des Interventionszeitraums von fünf Monaten ist der gefundene Effekt positiv zu bewerten.

6.7 Ergebnisse zum Teilbereich B: Emotionales Erleben

Fragebogendaten - Mathematikspezifische Emotionen:

In vielen pädagogisch-psychologischen Studien werden Daten von SchülerInnen nach Klassen bzw. Schulen zusammengefasst analysiert. Auch bei der vorliegenden Untersuchung ist die hierarchische Struktur der Daten zu berücksichtigen (vgl. Raudenbush & Bryk, 2002). Der Umstand, dass SchülerInnen einer Klasse untereinander ähnlicher als in einer Zufallsstichprobe sind, kann zu einer Verzerrung der Standardfehler und zu einer Überschätzung/Inflation des α -Fehlers führen. Allerdings ist nicht bei allen Variablen und Konstrukten in gleichem Maße von dieser Wirkung auszugehen - entscheidend ist die Varianz zwischen den Klassen. Eine Möglichkeit, die hierarchische Struktur zu berücksichtigen, sind Mehrebenenanalysen - eine weitere besteht darin, die Unterschiede zwischen Klassen zu kontrollieren, indem für alle Variablen die Werte der SchülerInnen innerhalb einer Klasse um deren Klassenmittelwert zentriert werden (pooled within classes) (siehe Goldstein, 2003; Raudenbush & Bryk, 2002). In Studien von Marsh et al. (2005) oder Kunter (2005) wurde dieses Verfahren angewandt, um Analysen auf Individualebene trotz der vorliegenden Schachtelung von SchülerInnen in Klassen durchzuführen. *Inhaltlich* bedeutet die Zentrierung, dass die Individualwerte vom Kontext

bereinigt werden (vgl. Engel, 1998). Auch Renkl und Stern (1994) wiesen auf das Mehrebenenproblem (Schachtelung von SchülerInnen in Klassen) in der traditionellen Unterrichtsforschung hin.

In vorliegender Arbeit wurde daher zunächst die Varianz zwischen den Klassen für alle Fragebogenskalen in einem Nullmodell in HLM 6 (Raudenbush et al., 2004) errechnet. Alle weiteren Analysen der Fragebogendaten wurden mit „pooled within classes“ Werten ausgewertet. Eine Verletzung der Normalverteilungsannahme bei den negativen Emotionen ist wegen der Stichprobengröße bei bivariaten statistischen Tests wenig bedeutsam (vgl. Bortz, 1999). Allerdings ist zu bedenken, dass sie zu erhöhten Standardfehlern in den Pfadkoeffizienten in Strukturgleichungsmodellen führen kann (vgl. Fuß, 2006). Aus diesem Grund wurde für diese Auswertungen (Kapitel 6.8) der PLS-Ansatz (Partial Least Squares) herangezogen, der an späterer Stelle erläutert wird.

6.7.1 Varianzanteile zwischen Klassen

Um einen Überblick über die Varianz zwischen den Klassen zu erhalten, wurde der Intraklassenkorrelationskoeffizient (ICC¹⁵) für alle Skalen des Fragebogens zu beiden Messzeitpunkten mit Hilfe des Nullmodells berechnet. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Tabelle 28 zusammengefasst. Der ICC beschreibt den Anteil der *Interklassen*varianz an der Gesamtvarianz. So entfallen beispielsweise bei der zum 1. Messzeitpunkt erhobenen Emotion Stolz 3-4% der Gesamtvarianz auf Unterschiede zwischen den Klassen - zum zweiten Messzeitpunkt ebenfalls lediglich 4%. Nur wenn ein substantieller Anteil der Gesamtvarianz zwischen den Klassen liegt, sollte die Klassenebene von der SchülerInnenebene getrennt werden (Julian, 2001). Bei Varianzanteilen unter 5% wäre ein mehrebenenanalytisches Vorgehen nicht sinnvoll - ab 10% scheint eine Berücksichtigung der Ebene 2 angebracht (vgl. Marsh et al., 2005). Raudenbush und Liu (2000) sprechen bei einem ICC von bis zu 5% von kleinen bzw. vernachlässigbaren Klasseneffekten, bei 10% Varianzaufklärung von mittleren- und ab 15% von großen Klasseneffekten.

¹⁵ messfehler-kontrollierter ICC mittels HLM (Raudenbush et al., 2004)

	Varianzaufklärung durch die Klassen (ICC)	
	MZP 1	MZP 2
Emotionen (AEQ-M)		
Stolz	0.037	0.040
Freude	0.048	0.069
Ärger	0.056	0.094
Langeweile	0.109	0.068
Angst	0.073	0.071
Scham	0.045	0.068
Fehlerkulturskalen		
Lernorientierung	0.040	0.045
Normtransparenz	0.154	0.113
Angst vor Fehlern	0.081	0.098
Fehlerfreundlichkeit des Lehrers	0.073	0.104
Selbstkonzept	0.066	0.051
Selbstwirksamkeit	0.059	0.045
Klima (Rivalität)	0.226	0.198
Bezugsnormorientierung (BNO)	0.059	0.047
Fachvalenz	0.037	0.078

Tabelle 28: Varianzaufklärung durch Klassen

Anmerkungen: Der ICC wurde auf Grundlage der absoluten Varianzkomponenten des Nullmodells (HLM 6) errechnet.

Die hierarchische Varianzzerlegung macht deutlich, dass die Ausprägungen der Emotionen zum ersten Messzeitpunkt zwischen den Klassen nur gering variieren (mit der Ausnahme von Langeweile). Die Einschätzung der SchülerInnen ist nicht von der Klassenzugehörigkeit abhängig. Anders bei der subjektiv wahrgenommenen Rivalität, die zu beiden Messzeitpunkten (erwartungskonform) deutlich von der Klassenzugehörigkeit abhängt. Die Ausprägungen der Fehlerkultur deuten vor allem zum 2. Messzeitpunkt auf mögliche klassenspezifische Unterschiede hin.

6.7.2 Schulform- und schülerInnenbezogene Unterschiede

Schulformunterschiede

In Tabelle 29 sind jene Variablen angeführt, in denen signifikante Schulformunterschiede am Beginn der 5. Klasse bestehen. Bei abhängigen Variablen, die eine erhöhte Varianzaufklärung durch die Aggregatebene (Klassen) aufwiesen (Rivalität, Langeweile, Angst, Angst vor Fehlern, Normtransparenz, Fehlerfreundlichkeit des Lehrers), wurden Mittelwertsunterschiede mit den um den Klassenmittelwert zentrierten Werten berechnet.

Es zeigen sich keine Schulformunterschiede in der Fehlerkultur, der subjektiv wahrgenommenen Rivalität und der Bezugsnormorientierung der Lehrkraft zu Beginn der 5. Klasse. Auch im Erleben von Langeweile und Stolz unterscheiden sich SchülerInnen aus Gymnasien und Hauptschulen zum ersten Messzeitpunkt nicht. In Bezug auf das Selbstkonzept wurden, neben geschlechtsspezifischen Unterschieden ($F(1;555) = 31.057$; $p = .000$; $\eta^2 = .05$) auch Auswirkungen des BFLP-Effektes (Kapitel 3.1.2) gefunden, was für die Validität der Daten spricht: Im Gymnasium verschlechtert sich innerhalb des ersten Schulhalbjahres das Selbstkonzept der SchülerInnen vom ersten zum zweiten Messzeitpunkt (Kovariate: Vortestleistung; $F(1;555) = 12.478$; $p = .000$; $\eta^2 = .02$).

Nachfolgende Abbildung 20 zeigt diesen Verlauf im mathematischen Selbstkonzept vom ersten zum zweiten Messzeitpunkt getrennt nach Schulform.

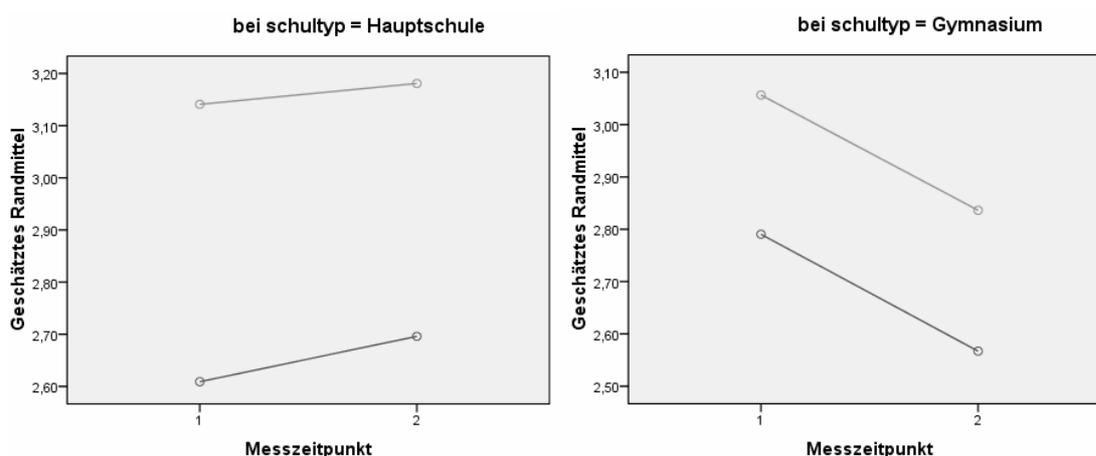


Abbildung 20: Selbstkonzept von Jungen und Mädchen in Hauptschule und Gymnasium

Anmerkungen: Jungen ... hellgraue Linie; Mädchen ... dunkelgraue Linie.
In beiden Schulformen weisen Jungen ein höheres Selbstkonzept auf als Mädchen.

		M	SD	T	df	p
Selbstkonzept ^a	Hauptschule	2.69	.96	-4.104	631	.000
	Gymnasium	3.01	.87			
Selbstwirksamkeit ^a	Hauptschule	3.27	.58	-2.153	616	.032 ^e
	Gymnasium	3.37	.52			
Fachvalenz	Hauptschule	3.42	.53	2.554	636	.011 ^e
	Gymnasium	3.30	.57			
Computererfahrung	Hauptschule	3.16	.69	5.252	620	.000
	Gymnasium	2.85	.72			
Ärger ^a	Hauptschule	2.18	.99	3.146	600	.002
	Gymnasium	1.92	.90			
Angst ^{a,b}	Hauptschule	0.26	1.26	2.599	610	.010 ^e
	Gymnasium	0.00	.98			
Scham ^a	Hauptschule	2.19	.98	3.944	616	.000
	Gymnasium	1.87	.94			
Freude (Hausaufgaben) ^c	Hauptschule	3.14	1.21	3.421	638	.001
	Gymnasium	2.81	1.14			
Freude ^d (Kovariate: Vortest)	Hauptschule	3.47	1.10	F = 14.847	1; 611	.000
	Gymnasium	3.33	1.04			

Tabelle 29: Schulformunterschiede am Beginn der 5. Klasse

Anmerkungen: ^a Schulformunterschied unter Hinzunahme der Kovariate Vortestleistung nicht mehr signifikant. ^b Die Werte wurden jeweils um den Klassenmittelwert zentriert. ^c Unterschiede ausschließlich in den Items zur Hausaufgaben-situation unabhängig von der Vortestleistung. ^d Nur unter Herauspartialisierung der Vortestleistung signifikanter Schulformunterschied. ^e Nach Bonferroni-Korrektur n.s.

Geschlechtsspezifische Unterschiede

Vergleiche zwischen Jungen und Mädchen zu beiden Messzeitpunkten in der Leistung (Kovariate: Vortestleistung) unter Berücksichtigung der hierarchischen Datenstruktur (Verwendung der um den Klassenmittelwert gepoolten Werte) ergaben, dass Mädchen zu beiden Messzeitpunkten signifikant mehr Scham und Angst (sowie Angst vor Fehlern im Besonderen) erleben als Jungen (z.B. Angst_{MZP2}: $F(1;600) = 6.023$; $p = .014$; Angst_{MZP1}:

$F(1;615) = 4.481$; $p = .035$). Darüber hinaus berichten Mädchen signifikant weniger Freude zu beiden Messzeitpunkten.

Subjektiv eingeschätzte Anforderungen herkömmlicher Übungsstunden

Im Fragebogen wurden die SchülerInnen auch zu den Anforderungen in den Mathematik-Übungsstunden befragt (Passung zwischen Kompetenzüberzeugung und wahrgenommener Schwierigkeit). Gruppenvergleiche (Mediansplit) ergaben für beide Messzeitpunkte signifikante Unterschiede in allen Mathematik-Emotionen sowie Fehlerkulturvariablen: SchülerInnen, die herkömmliche Übungsstunden als „zu schwierig“ empfinden, erleben in geringerem Ausmaß positive Emotionen (z.B. Freude $_{MZP2}$: $T = 8.560$; $df = 621$; $p = .000$; Freude $_{MZP1}$: $T = 6.976$; $df = 605$; $p = .000$) und vermehrt auf den Unterricht bezogene negative Emotionen (z.B. Ärger $_{MZP2}$: $T = -11.687$; $df = 525$; $p = .000$; Ärger $_{MZP1}$: $T = -10.308$; $df = 567$; $p = .000$).

6.7.3 Mathematikspezifische SchülerInnen-Emotionen im längsschnittlichen Verlauf: Der Vergleich zwischen Versuchs- und Kontrollklassen

Um Unterschiede in den fachbezogenen Emotionen, verursacht durch das Programm, zu überprüfen, wurden Kontroll- und Versuchsklassen verglichen. Zuvor wurden Unterschiede zwischen den Geschlechtern in der Leistung und Computererfahrung überprüft. Es zeigten sich weder Unterschiede in den Vortestleistungen ($T = -.428$; $df = 656$; $p = .67$) noch in der Computererfahrung ($T = -1.297$; $df = 620$; $p = .20$). Der Anteil an Mädchen bzw. Jungen ist in beiden Gruppen ähnlich ($\chi^2 = 2.204$; $df = 1$; $p = .145$). Trivialerweise gaben die Versuchsklassen zum zweiten Messzeitpunkt höhere Werte in der Computererfahrung an als die Kontrollklassen ($F(1;538) = 7.202$; $p = .008$).

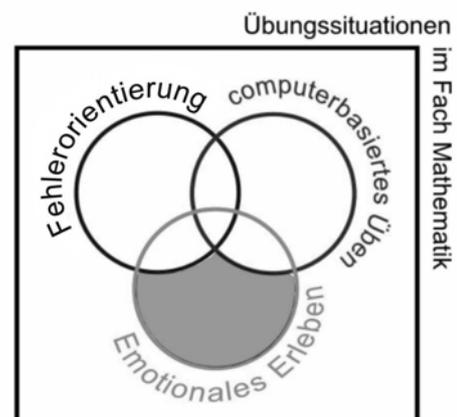


Abbildung 21: Teilbereich B

Exkurs: Analyse interventionsbedingter Veränderungen

Neuere Auffassungen sehen mindestens drei Messzeitpunkte als Voraussetzung für die Untersuchung von Veränderungen an (vgl. Singer und Willett, 2003) - zwei Messzeitpunkte

werden nicht mehr als ausreichend erachtet, da keine Aussagen über die Form des Verlaufs gemacht werden können. Dementsprechend kann die vorliegende Arbeit nur eingeschränkte längsschnittliche Ergebnisse liefern. Über die Auswertung von Daten mit zwei Messzeitpunkten herrscht Uneinigkeit: Einerseits besteht die Möglichkeit einer kovarianzanalytischen Auswertung (der beobachtete Wert y_2 zum 2. Messzeitpunkt wird unter Kontrolle des Ausgangswertes y_1 durch das Treatment vorhergesagt), andererseits können Differenzwerte gebildet werden. Um Versuchs- und Kontrollklassen in der Entwicklung mathematikspezifischer Emotionen zu vergleichen, wurden Kovarianzanalysen mit den Unterrichtsemotionen (Fragebogendaten) zum zweiten Messzeitpunkt als abhängige Variablen und den entsprechenden Unterrichtsemotionen zum ersten Messzeitpunkt als Kovariate berechnet. Als zweite Kovariate wurde die Vortestleistung hinzugenommen. Bei Emotionen, die eine erhöhte Varianz zwischen den Klassen aufwiesen (vgl. Kapitel 6.7.1), wurden die Veränderungen anhand der Daten des zweiten Messzeitpunktes - gepoolt an den Klassenmittelwerten des ersten Messzeitpunktes - herangezogen.

Bei den fachspezifischen Emotionen zeigte sich lediglich in der auf den Mathematikunterricht bezogenen *Freude* ($F(1;561) = 7.343$; $p = .008$) und *Langeweile* ($F(1;554) = 3.851$; $p = .05$) ein erwarteter Unterschied zugunsten der Versuchsklassen. Wird als zweiter Faktor die subjektiv erlebte Anforderung in den herkömmlichen Übungsstunden hinzugenommen, zeigen sich Interaktionseffekte¹⁶ für *Ärger* ($F(1;558) = 4.675$; $p = .031$) sowie tendenziell für die *Fachvalenz* ($F(1;570) = 2.962$; $p = .086$): Jene SchülerInnen der Versuchsklassen, die die Anforderungen in herkömmlichen Übungsstunden als zu hoch erlebten, geben zum 2. Messzeitpunkt geringeren Ärger an und messen dem Fach Mathematik mehr Bedeutung bei. Auch wenn diese Effekte als klein einzustufen sind ($\eta^2 < .05$) sind diese Ergebnisse aufgrund der für *Werteänderungen* sehr kurzen Interventionsdauer (lediglich sechs bis sieben Unterrichtsstunden innerhalb des ersten Schulhalbjahres) durchaus positiv zu bewerten. Werden ausschließlich leistungsschwache SchülerInnen (Mediansplit: Vortestleistung unter bzw. über dem Klassendurchschnitt) für den Vergleich zwischen Versuchs- und Kontrollklassen herangezogen, so zeigt sich zudem (bei Kontrolle des Geschlechts) ein Unterschied im mathematikspezifischen Selbstkonzept (siehe Kapitel 6.8.1) zugunsten der Versuchsklassen.

¹⁶ In den Kontrollklassen befinden insgesamt 146 SchülerInnen herkömmliche Übungsstunden als „zu schwierig“ (versus 145 SchülerInnen). In den Versuchsklassen befinden insgesamt 113 SchülerInnen herkömmliche Übungsstunden „als zu schwierig“ (versus 154 SchülerInnen).

Prozessbezogene Emotionen:

6.7.4 Emotionales Erleben der SchülerInnen beim Üben mit MRM 2.0

Deskriptive Analysen: Häufigkeiten prozessbezogener Emotionen

Die erstmalige Erfassung prozessbezogener Emotionen in computerbasierten Lern-

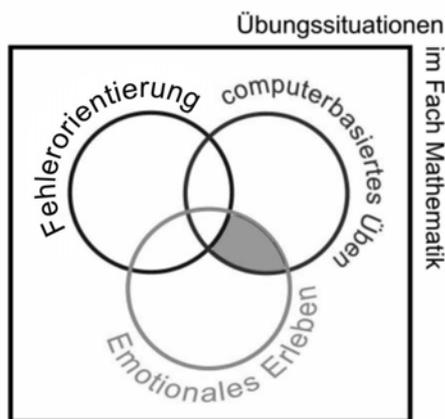


Abbildung 22: Teilbereich B1

umgebungen war ein weiteres Ziel dieser Arbeit. Es liegen Daten zu Beginn jeder Übungssitzung sowie in der Mitte und am Ende jedes Aufgabenpaketes von allen SchülerInnen der Versuchsklassen vor. Zunächst wurde die Auftretenshäufigkeit der einzelnen Emotionen analysiert. Abbildung 23 zeigt die Häufigkeiten der Emotionen in Relation zu allen Angaben jedes Schülers/ jeder Schülerin. Am häufigsten wurde von den SchülerInnen die Emotion Freude gewählt, danach folgen Interesse und Stolz. Somit werden primär positive Emotionen von den

SchülerInnen erlebt. Dennoch spielen auch negative Emotionen eine (wenn auch geringere) Rolle. Diese werden aber vergleichsweise selten erlebt (vgl. Kapitel 6.7.5).

Geschlechtsspezifische Unterschiede

Mädchen berichten häufiger situatives Interesse und Erleichterung und weniger Ärger und Langeweile als ihre Mitschüler (vgl. Abbildung 23). Sowohl bei Jungen als auch bei Mädchen dominieren jedoch Freude, Interesse und Stolz, während Trauer, Angst und Scham relativ selten gewählt wurden. Intraindividuelle Rangreihen der prozentualen Anteile aller Emotionen und Vergleiche der für Jungen und Mädchen gemittelten Rangplätze (Abbildung 24) zeigen, dass Jungen im Vergleich zu Mädchen etwas häufiger die Emotionen Langeweile bzw. Angst empfanden, während letztere etwas häufiger als ihre Mitschüler Erleichterung bzw. Trauer auswählten.

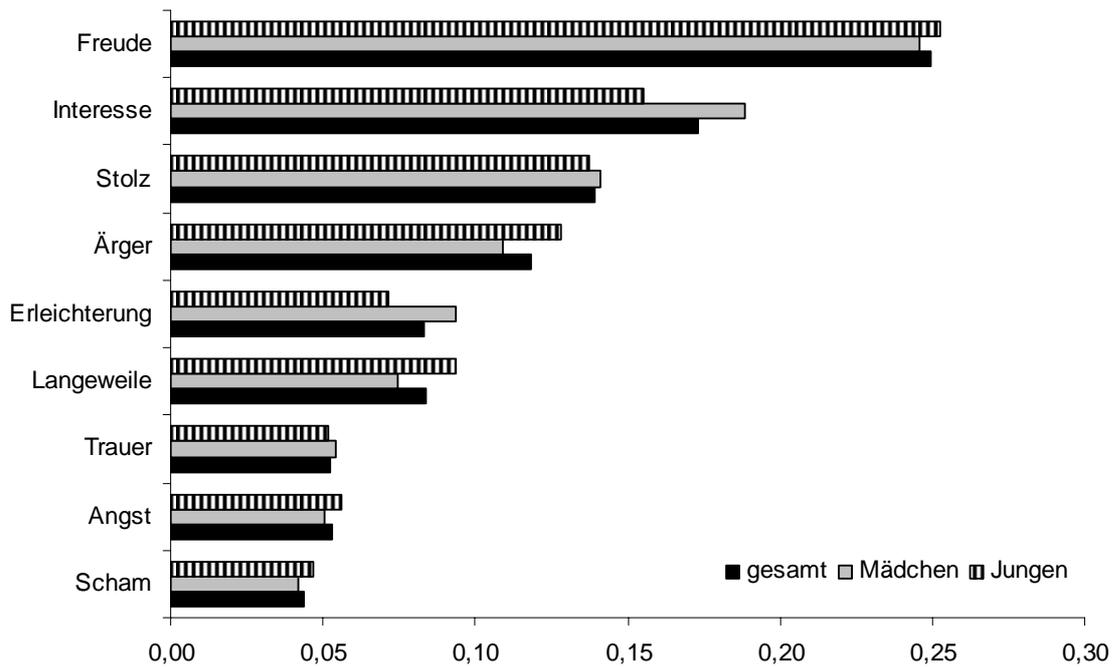


Abbildung 23: SchülerInnen-Emotionen während der Arbeit mit MRM 2.0

Anmerkung: Dargestellt ist der prozentuale Anteil in Relation zur absoluten Zahl der Emotionsangaben jedes Schülers/ jeder Schülerin. Es konnten mehr als eine Emotion pro Abfrage von den SchülerInnen gewählt werden.

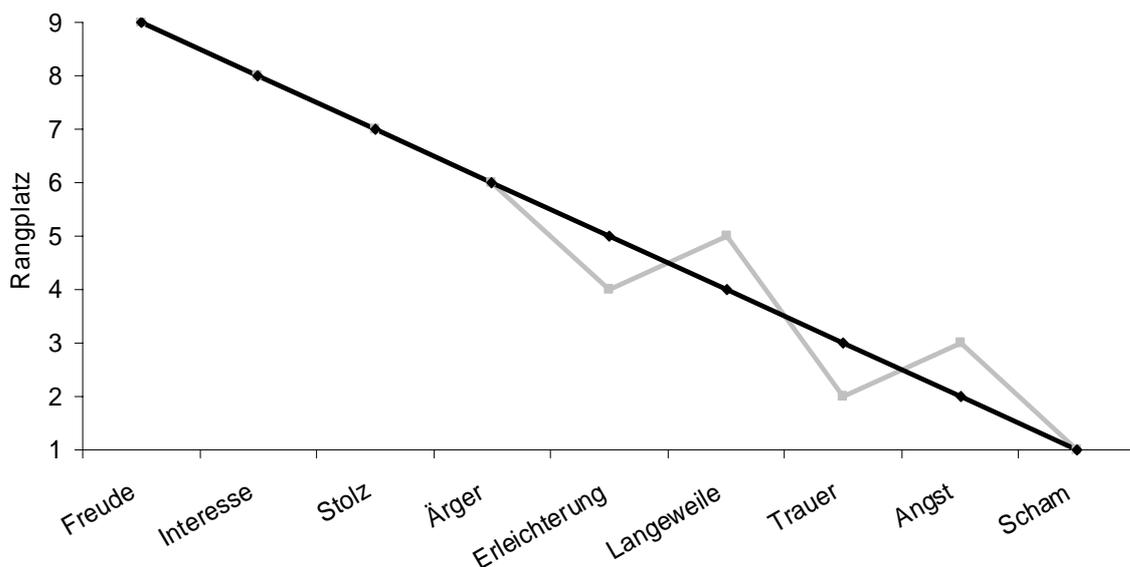


Abbildung 24: Durchschnittliche Rangplätze der prozentualen Häufigkeiten der Emotionen

Anmerkung: Dargestellt sind die getrennt für Jungen (hellgraue Linie) und Mädchen (schwarze Linie) gemittelten Rangplätze basierend auf den intraindividuellen, relativen Häufigkeiten.

Die Frage nach dem Novitätseffekt

Computergestützte Lernumgebungen können allein durch ihre Neuheit kurzfristig die Motivation und Freude von SchülerInnen erhöhen (siehe Kapitel 2). Zur Überprüfung dieses Novitätseffektes wurden die Angaben über Freude und Interesse *zu Beginn* der Übungssitzungen *vor* der ersten Aufgabenbearbeitung analysiert. Es zeigten sich übereinstimmende Verläufe in beiden Schulformen, sodass Mittelwerte über alle Übungsstunden für Versuchs- und (Warte-)Kontrollgruppen gebildet wurden. Abbildung 25 illustriert, dass sich kein Neuheitseffekt zeigt: Es zeichnet sich kein signifikanter Abfall der Freude über die sieben Wochen hinweg ab. Auffallend ist jedoch, dass die SchülerInnen der zweiten Gruppe (Warte-Kontrollgruppen in den ersten sieben Wochen) in den computergestützten Übungsstunden durchgehend höhere Freudewerte angeben, als ihre MitschülerInnen der ersten Gruppe ($T = -4.45$; $df = 261$; $p = .000$). Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass SchülerInnen der zweiten Gruppe durch die Wartezeit verstärkt (Vor-)Freude entwickelt haben oder die vorangehenden sieben Übungsstunden mit der Lehrkraft eher mit negativen Emotionen verbunden waren und von einer Art Kontrasteffekt auszugehen ist. Dies lässt sich jedoch nicht prüfen.

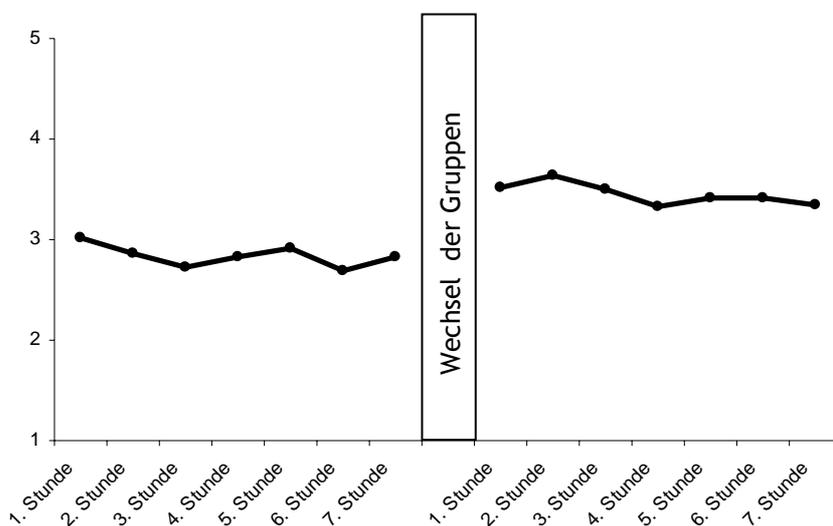


Abbildung 25: Freude zu Beginn der Übungssitzungen mit MRM 2.0

Anmerkung: Darstellung getrennt für Gruppe 1 (7 Stunden MRM 2.0, danach 7 Stunden TRADÜ) und Gruppe 2 (7 Stunden TRADÜ, danach 7 Stunden MRM 2.0). Da sich kein nennenswerter Unterschied zwischen Hauptschule und Gymnasium zeigte, wurden die Werte beider Schulformen zusammengefasst. Skalierung von (1) gar nicht, (2) kaum, (3) teilweise, (4) überwiegend und (5) völlig. (theoretisches Minimum = 1; theoretisches Maximum = 5).

Auch das Interesse an MRM 2.0 bleibt in beiden Gruppen über die Sitzungen hinweg konstant (Abbildung 26), abgesehen von einem deutlichen Absinken des Interesses von der ersten auf die zweite Stunde. Vermutlich handelt es sich hier um die Erkenntnis, (auch) bei MRM 2.0 mathematische Übungsaufgaben bearbeiten zu müssen.

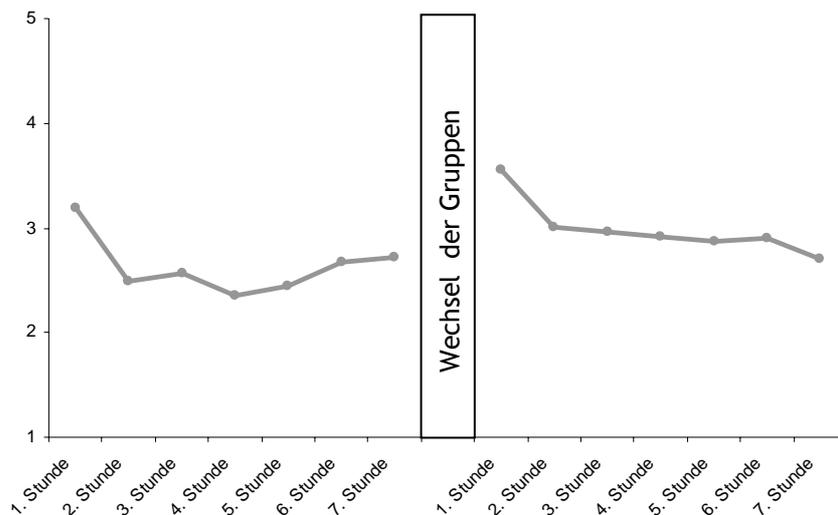


Abbildung 26: Interesse zu Beginn der Übungssitzungen mit MRM 2.0

Anmerkung: Darstellung getrennt für Gruppe 1 (7 Stunden MRM 2.0, danach 7 Stunden TRADÜ) und Gruppe 2 (7 Stunden TRADÜ, danach 7 Stunden MRM 2.0). Da sich kein nennenswerter Unterschied zwischen Hauptschule und Gymnasium zeigte, wurden die Werte beider Schulformen zusammengefasst. Skalierung von (1) gar nicht, (2) kaum, (3) teilweise, (4) überwiegend und (5) völlig. (theoretisches Minimum = 1; theoretisches Maximum = 5).

Emotionen nach Erfolg und Misserfolg

Um unterschiedliche Reaktionsmuster der SchülerInnen aufzuzeigen, wurden Erfolgs- und Misserfolgssituationen analysiert. Mit Hilfe von Clusteranalysen der prozessbezogenen Emotionen wurden Gruppen von SchülerInnen mit ähnlichen emotionalen Reaktionsmustern auf Erfolg und Misserfolg identifiziert. Als Erfolg wurde die zu 100% richtige Lösung von Aufgabenpaketen definiert, Pakete mit mehr als 60% inkorrekten, d.h. fünf und mehr falsch gelösten Aufgaben nach dem zweiten Versuch wurden als Misserfolg definiert. Lediglich diese ausgewählten Rechen- und Textaufgabenpakete und die darauf bezogenen, z-standardisierten *State*-Emotionen der SchülerInnen wurden in die Analyse einbezogen. Im Allgemeinen werden mittlere bis hohe Ausprägungen an Freude, Interesse und Stolz nach Erfolg erlebt - von einigen SchülerInnen (in geringerem Maß) auch nach Misserfolg. So konnten vier Cluster zur emotionalen Reaktion auf Misserfolg - unabhängig von Geschlecht

($\chi^2 = 0.042$; $df = 3$; $p = 0.257$) und Leistungsstand (Vortestleistungen) der SchülerInnen ($F(3;245) = 0.376$; $p = 0.771$) - identifiziert werden: Eine große Gruppe zeigt kaum eine emotionale Reaktion bzw. niedrige Werte (56%), etwa ein Viertel der SchülerInnen reagiert verärgert und gelangweilt (24%) und nur wenige SchülerInnen (3%) berichten über intensive negative, z.T. deaktivierende Emotionen (Trauer, Scham, Angst). Immerhin 16% aller SchülerInnen erleben trotz Misserfolg positive Emotionen, also Freude, Interesse, Erleichterung und sogar Stolz. Varianzanalysen mit den gefundenen Clustern ergaben keine Unterschiede im mathematikspezifischen Selbstkonzept bzw. der Selbstwirksamkeit sowie der Fachvalenz zwischen den Gruppen. *Prozessbezogene* Emotionen hängen also weniger mit diesen individuellen Traits zusammen (vgl. Seegers & Boekaerts, 1993), als Trait-Emotionen (vgl. Kapitel 6.8.2). Signifikante Unterschiede wurden jedoch in Hinblick auf die Fehler-Lernorientierung (FEKU-Lern) gefunden: SchülerInnen mit hoher Fehler-Lernorientierung erleben deutlich mehr positive Emotionen sowohl nach Erfolg als auch nach Misserfolg ($F(3;222) = 5.624$; $p = 0.001$; $\eta^2 = .07$). Detaillierte Analysen zum Zusammenhang zwischen Zielorientierungen von SchülerInnen und Emotionen nach Erfolg und Misserfolg in der gymnasialen Teilstichprobe ($n = 182$ SchülerInnen) und einer weiteren Studie werden an anderer Stelle beschrieben (Tulis, 2009).

Ein weiterer interessanter Befund zeigt, dass sich die emotionalen Reaktionen nach Erfolg nicht nach Aufgabentypen (Rechenaufgaben versus Textaufgaben) unterscheiden (Korrelationen $> .60$), wohl aber nach Misserfolg: SchülerInnen ärgern ($T = -1,951$; $df = 185$; $p = 0.05$) und langweilen ($T = -2,311$; $df = 185$; $p = 0.02$) sich signifikant mehr nach fehlerhaft bearbeiteten Textaufgaben im Vergleich zu inkorrekt gelösten Rechenaufgaben.

6.7.5 Prozessbezogene Emotionen der SchülerInnen im Unterricht

Tabelle 30 zeigt die Werte für die im Unterricht zu drei Messzeitpunkten erhobenen (gemittelten) Emotionen der ersten und letzten Unterrichtsstunde, sowie die Gesamtmittelwerte. Im Vergleich zu den Fragebogendaten (vgl. Kapitel 6.4.3) zeigt sich ebenfalls eine Linksasymmetrie der negativen Emotionen. Vor allem Scham, aber auch Angst und Trauer weisen zudem eine sehr geringe Streubreite auf. Diese Emotionen spielen also im Übungsunterricht eine untergeordnete Rolle, auch wenn deren Mittelwerte etwas höher als die entsprechenden Trait-Emotionen ausfallen.

Emotionen	Unterrichts- Skala aus dem AEQ-M		über alle Übungsstunden gemittelt		Erste Unterrichts- stunde		Letzte Unterrichts- stunde	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
pp ^a -Freude	3.46	1.15	3.57	1.09	3.60	1.22	3.47	1.46
pp-Stolz	3.48	1.03	2.91	1.26	3.00	1.35	2.87	1.61
pp-Interesse	---	---	3.18	1.14	3.33	1.26	3.13	1.51
pp-Erleichterung	---	---	2.27	1.03	2.41	1.22	2.11	1.32
pp-Langeweile	1.74	0.92	1.83	0.76	1.63	0.88	2.20	1.36
pp-Ärger	1.81	0.87	1.55	0.72	1.52	0.88	1.69	1.08
pp-Scham	1.87	0.96	1.17	0.37	1.14	0.38	1.22	0.65
pp-Angst	1.91	0.90	1.20	0.44	1.21	0.52	1.23	0.67
pp-Trauer	---	---	1.31	0.50	1.22	0.51	1.46	0.80

Tabelle 30: Werteverteilung der prozessbezogenen Unterrichtsemotionen

Anmerkungen: Die Antwortkategorien reichen von (1) stimmt gar nicht, (2) stimmt kaum, (3) stimmt teilweise, (4) stimmt überwiegend und (5) stimmt genau. (theoretisches Minimum = 1; theoretisches Maximum = 5). ^a Die Bezeichnung „pp“ kennzeichnet die im Unterricht erfassten SchülerInnen-emotionen mittels paper-pencil-Emoticons.

Stichprobengröße: $290 \leq n$ (SchülerInnen aus Versuchsklassen) ≤ 299 , da fehlende Werte.

Die Validität der mit Emoticons (Einzelitems) erfassten prozessbezogenen Emotionen kann am besten durch den Zusammenhang mit weiteren relevanten Konstrukten geschätzt werden (vgl. Messick, 1995). Theoretisch müsste die Summe der gemittelten State-Emotionen (je drei Messzeitpunkte pro Unterrichtsstunde; über den Zeitraum von sieben Unterrichtsstunden) die Trait-Emotionen reflektieren (vgl. Frenzel, Götz & Pekrun, 2008). Tabelle 31 zeigt zunächst die Korrelationen zwischen Trait- (AEQ-M Fragebogendaten zum Mathematikunterricht) und State-Emotionen (pp-Emotionen) im Unterricht. Dargestellt sind sowohl der Zusammenhang zwischen den über alle Unterrichtsstunden gemittelten pp-Emotionen und den auf den Mathematikunterricht bezogenen Trait-Emotionen des zweiten Messzeitpunktes, als auch die pp-Emotionen der ersten Unterrichtsstunde mit den Emotionsskalen zum ersten Messzeitpunkt sowie der Zusammenhang zwischen den Emotionen der letzten Unterrichtsstunde mit den Emotionsskalen zum zweiten Messzeitpunkt. Es zeigen sich mittlere, positive Zusammenhänge zwischen den auf State- und Trait-Ebene erfassten Emotionen. Alle Korrelationen zwischen den pp-Emotionen (State-Emotionen im Unterricht) und den Skalen zu Fehlerkultur, Selbstkonzept,

Selbstwirksamkeit, Fachvalenz und der wahrgenommenen Bezugsnormorientierung der Lehrkraft sowie Rivalität in der Klasse weisen in erwartete Richtung. So besteht beispielsweise ein positiver mittlerer Zusammenhang ($r = .26$) zwischen den positiven Emotionen (pp-Freude, pp-Stolz, pp-Interesse) und der Fehler-Lernorientierung der SchülerInnen. Letztere korreliert hingegen negativ mit pp-Langeweile ($r = -.22$) bzw. pp-Ärger ($r = -.25$). Angst vor Fehlern korreliert positiv mit allen negativen Unterrichtsemotionen ($.21 < r < .31$), niedrig mit pp-Langeweile ($r = .14$). Normtransparenz im Unterricht geht mit vermehrt erlebter pp-Freude ($r = .21$) und weniger negativen Emotionen ($-.26 < r < -.32$) einher. Fachvalenz korreliert positiv mit pp-Freude, pp-Stolz und pp-Interesse, während das Selbstkonzept - deutlicher noch die Selbstwirksamkeit - negativ mit den State-Emotionen Ärger, Angst, Scham, Trauer und Langeweile korrelieren, sowie positive Zusammenhänge mit positiven Emotionen aufweisen.

Unterrichts- Emotionen <i>State</i>	<i>Trait</i> ^b	Freude	Stolz	Ärger	Angst	Scham	Langeweile
pp ^a -Freude		.22** .32** .31**					
pp-Stolz			.31** .36** .32**				
pp-Ärger				.32** .14* .31**			
pp-Angst					.19* .37** .34**		
pp-Scham						.10 .35** .31**	
pp-Langeweile							.15* .26** .28**

Tabelle 31: Korrelationen Trait-Emotionskalen mit den Unterrichtsemotionen (State)

Anmerkungen: ^a Die Bezeichnung „pp“ kennzeichnet die im Unterricht erfassten SchülerInnen-Emotionen mittels paper-pencil-Emoticons. Dargestellt sind Korrelationen der Trait-Emotionen des 2.Messzeitpunktes (MZP) mit den State-Emotionen der letzten Unterrichtsstunde; *kursiv*: Trait-Emotionen des 1.MZP mit den State-Emotionen der ersten Unterrichtsstunde; **fett**: Trait-Emotionen des 2.MZP mit den gemittelten State-Emotionen aller Unterrichtsstunden. ^b Bei den Emotionskalen handelt es sich ausschließlich um *Unterrichtsemotionen* (ohne Items zur Hausaufgabensituation) des AEQ-M. $291 < n$ (SchülerInnen aus Versuchsklassen) < 310 , da fehlende Werte. ** $p < 0.01$ / * $p < 0.05$

Damit wird einerseits die Validität der State-Emotionen belegt, andererseits weisen die in Verbindung mit leistungsstarken- und schwachen SchülerInnen gefundenen Ergebnisse (siehe nachfolgenden Abschnitt) auf einen möglichen zusätzlichen Gültigkeitsbereich hin: Auch Leistungsschwache erleben vermehrt *tätigkeitsbezogene* Freude (bei Individualisierung). Darüber hinaus berichten bei der Erfassung von State-Emotionen Mädchen nicht mehr negative Emotionen als Jungen und in gleichem Ausmaß positive Emotionen bei mathematischen Aufgaben.

State-Emotionen im Unterricht versus computerbasierte Lernsituation

Durch die analoge Erfassung prozessbezogener Emotionen in traditionellen Übungsstunden sowie der computerbasierten Übung sind Vergleiche möglich. In den weiteren Analysen wurde tätigkeitsbezogene *Freude* in beiden Lernsituationen näher untersucht. Dabei wurde das emotionale Befinden von leistungsschwachen SchülerInnen, welche im Allgemeinen weniger Freude in Mathematik erleben (vgl. Kapitel 3.2.3), mit der State-Freude leistungsstarker SchülerInnen (Vortestleistung) verglichen.

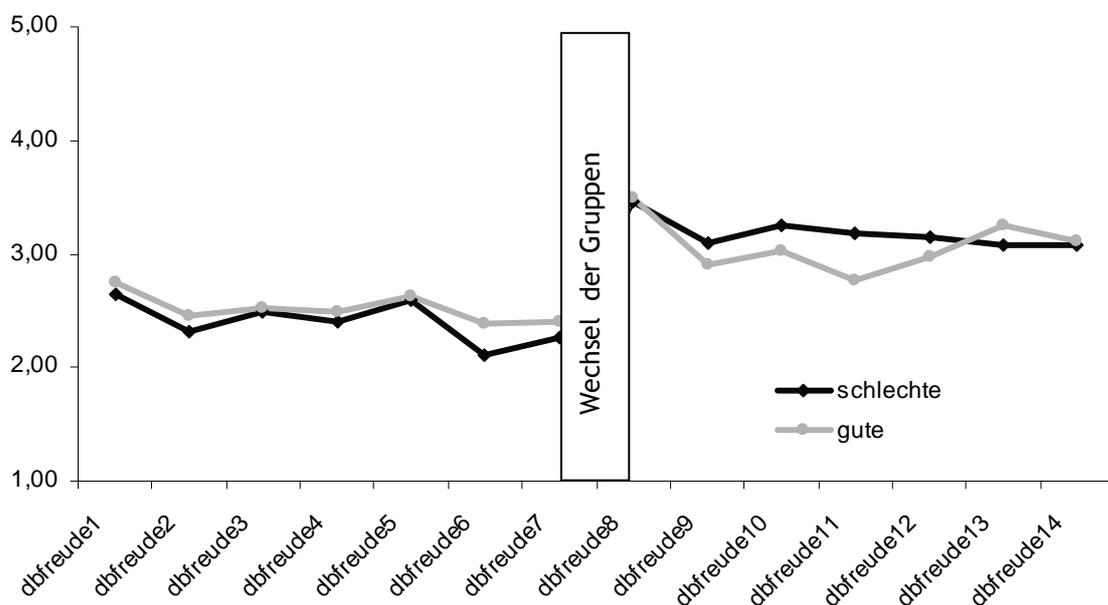


Abbildung 27: Mittlere Ausprägungen von Freude während der Arbeit mit MRM 2.0

Anmerkungen: theoretisches Minimum = 1; theoretisches Maximum = 5. Darstellung getrennt nach leistungsstarken und -schwachen SchülerInnen (Mediansplit Vortestergebnisse pro Klasse). Nach der 7. Einheit (dbFreude7) Wechsel der SchülerInnen (2. Gruppe). n = 315 SchülerInnen beider Schulformen.

Im Verlauf der sieben Übungseinheiten (getrennt nach erster und zweiter Gruppe in jeder Klasse) wird deutlich, dass sich in der computerbasierten Lernumgebung keine signifikanten Unterschiede zeigen (Abbildung 27), während im herkömmlichen Mathematikunterricht (Abbildung 28) leistungsschwache SchülerInnen durchwegs weniger Freude erleben als ihre MitschülerInnen ($T = -2.152$; $df = 148$; $p = 0.03$). Auffallend dabei ist, dass dieser signifikante Unterschied in der zweiten Gruppe (also jenen SchülerInnen, die zuvor sieben Unterrichtseinheiten mit MRM 2.0 absolviert hatten) nicht mehr aufzufinden ist und nun auch leistungsschwache SchülerInnen in stärkerem Ausmaß Freude erleben.

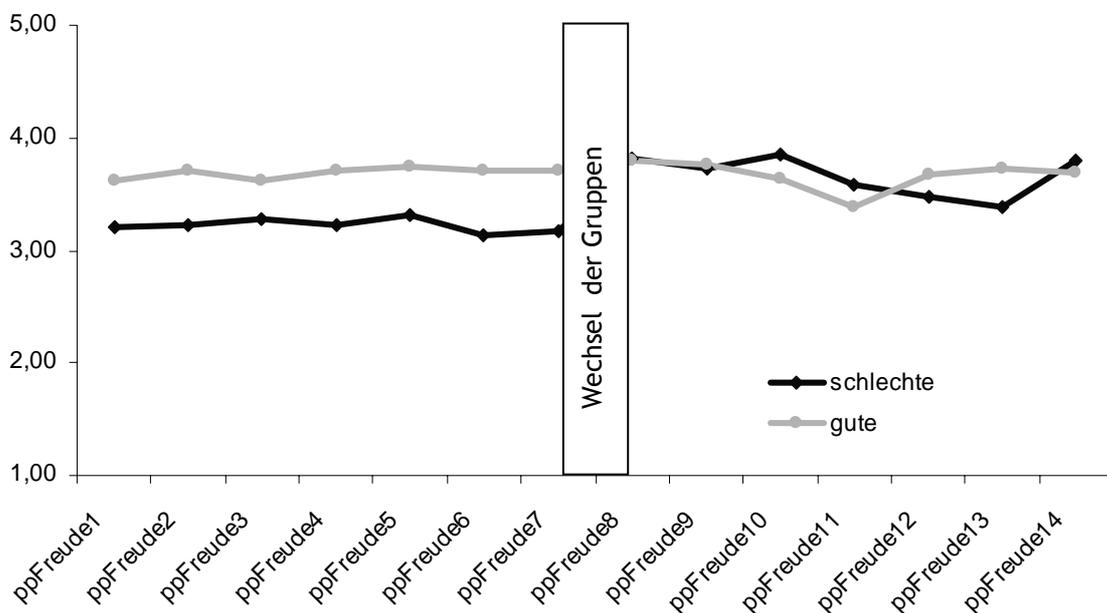


Abbildung 28: Mittlere Ausprägungen von Freude während des Mathematikunterrichts

Anmerkungen: theoretisches Minimum = 1; theoretisches Maximum = 5. Darstellung getrennt nach leistungsstarken und -schwachen SchülerInnen (Mediansplit Vortestergebnisse pro Klasse). Nach der 7. Einheit (dbFreude7) Wechsel der SchülerInnen (2. Gruppe). $n = 315$ SchülerInnen beider Schulformen.

6.7.6 Zusammenfassende Diskussion (Teilbereich B)

Bisherige Befunde zu schulformspezifischen Unterschieden im Erleben von Freude in Mathematik zugunsten der HauptschülerInnen (PISA, 2003; Götz et al., 2004) konnten in dieser Studie auf Trait-Ebene (Fragebogenerhebung) repliziert werden. Hinsichtlich der *prozessbezogenen* (State-)Freude im Unterricht oder beim Üben mit MRM 2.0 zeigen sich hingegen *keine* Unterschiede zwischen HauptschülerInnen und GymnasiastInnen. Auch die in zahlreichen Untersuchungen (z.B. Helmke, 1999) belegten Unterschiede im mathematischen Selbstkonzept (Mädchen < Jungen, Gymnasium > Hauptschule), sowie Anzeichen

des BFLP-Effektes (anfängliches Absinken des Selbstkonzeptes bei GymnasialschülerInnen nach dem Übertritt in die 5. Klasse) finden sich in vorliegender Stichprobe. Geschlechtsunterschiede am Beginn der 5. Klasse in den Trait-Emotionen Angst, Scham und Freude, jeweils zugunsten der Jungen, konnten repliziert werden (vgl. Fennema & Hart, 1994; McLeod, 1992; Pajares & Miller, 1994; Frenzel et al., 2007a). Wie bereits erwähnt zeigt sich dieser Unterschied allerdings nicht in den erlebten State-Emotionen.

Trotz der vielfach berichteten Abnahme der mathematikbezogenen Freude (vgl. Götz et al., 2004; Helmke, 1992; Jerusalem & Mittag, 1999; Pekrun et al., 2004) zeigen sich positive Auswirkungen des Einsatzes von MRM 2.0: Der Vergleich der Fragebogendaten aus Versuchs- und Kontrollklassen dokumentiert ein signifikant stärkeres Absinken der Freude in den Kontrollklassen und höhere Freudewerte sowie eine verminderte Langeweile in jenen Klassen mit MRM 2.0. Darüber hinaus gaben jene SchülerInnen der Versuchsklassen, die herkömmliche Übungsstunden zuvor als „zu schwierig“ einschätzten, nach der Intervention geringeren Ärger an und werteten das Fach Mathematik höher. Zudem profitierten insbesondere leistungsschwache SchülerInnen von der Übung mit MRM 2.0 im Sinne vermehrt erlebter, tätigkeitsbezogener Freude. Dieses Ergebnis ist im Vergleich zu Befunden über geringere Freude bei leistungsschwachen SchülerInnen (vgl. Gläser-Zikuda & Mayring, 2003; Kunter, 2005) von besonderer Bedeutung.

Positive Emotionen (Freude, Interesse, Stolz) stehen - wie im Unterricht - in der computerbasierten Lernumgebung im Vordergrund. Ärger wird vor allem nach gescheiterten Lösungsversuchen bei Textaufgaben erlebt.

Interessanterweise erleben 16% der SchülerInnen sogar nach Misserfolg positive Emotionen. Vergleichbar mit den Befunden von Diener und Dweck (1980) zeigen sich Zusammenhänge zwischen positiven Emotionen nach Misserfolg und der Fehler-Lernorientierung der SchülerInnen (als wesentlicher Bestandteil von Lernzielorientierung). In der Freude und dem Interesse an dem Programm konnte kein Abklingen innerhalb der ersten Schuljahreshälfte festgestellt werden, was gegen einen Novitätseffekt des neuen Mediums spricht.

Mittlere Korrelationen zwischen Trait- und State-Emotionen im Mathematikunterricht belegen einerseits die Validität der prozessbezogenen Emotionen, andererseits liefern die Befunde zum positiven emotionalen Erleben der leistungsschwachen SchülerInnen einen Hinweis auf die Eigenständigkeit dieser beiden methodischen Bereiche. Demnach erscheint es sinnvoll, Emotionen als aktuellen Zustand in Ergänzung zu habitualisierten Emotionen zu erheben und zu analysieren.

6.8 Ergebnisse zum Teilbereich C: Fehlerorientierung

Zur Prüfung der Einbettung und Validität des Konstrukts wurden Zusammenhänge zwischen der wahrgenommenen Bezugsnormorientierung der Lehrperson, dem Sozialklima, dem Selbstkonzept und der individuellen Fachvalenz sowie der Fehlerkultur und dem emotionalen Erleben betrachtet (Tabelle 32). Alle Korrelationen sind in erwarteter Richtung. Hervorzuheben ist der hohe Zusammenhang ($r = .63$ bzw. $.55$) zwischen den positiven

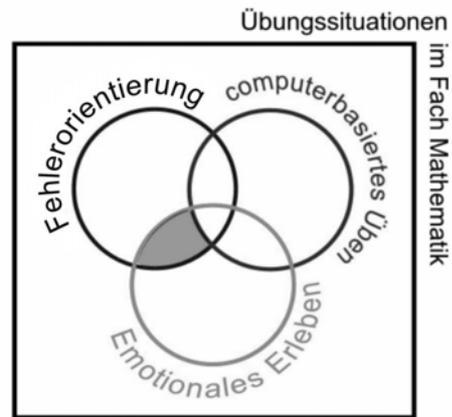


Abbildung 29: Teilbereich C1

Emotionen Freude bzw. Stolz und Fehler-Lernorientierung. Demnach stehen insbesondere positiv aktivierende Emotionen (Pekrun, 1998; vgl. Kapitel 3.1.1) mit diesem Konstrukt in Beziehung. Wie zu erwarten geht Freude im Fach Mathematik zudem mit einem hohen fachspezifischen Selbstkonzept ($r = .54$) und subjektiv erlebter Wichtigkeit des Faches ($r = .63$) einher. Alle negativen Emotionen korrelieren negativ mit Fehler-Lernorientierung, Langeweile ($r = -.53$) und Ärger ($r = -.48$) weisen die höchsten Koeffizienten auf. Auffallend ist der sehr hohe negative Zusammenhang zwischen der erlebten Normtransparenz im Unterricht und allen negativen Emotionen. Entgegen den Erwartungen scheint die wahrgenommene Rivalität in der Klasse keine Bedeutung für die individuelle Fehler-Lernorientierung zu haben, ebenso nicht für das Selbstkonzept und die Fachvalenz der SchülerInnen. Positive Korrelationen zeigen sich zwischen einem wettbewerbsgeprägten Klima und allen negativen SchülerInnen-Emotionen, wobei vor allem Ärger mit zunehmend erlebter Rivalität einherzugehen scheint. Hervorzuheben ist auch der Zusammenhang zwischen der von den SchülerInnen eingeschätzten individuelle Bezugsnormorientierung der Lehrkraft und deren „Fehlerfreundlichkeit“ aus Schülersicht ($r = .55$).

	ZZ ^a	FEKU-Lern	FEKU-Norm	FEKU-Angst	FEKU-Lehrer	Selbst-konzept	Fach-valenz	BNO ^b	Klima
Freude	-.17**	.63**	.39**	-.26**	.27**	.54**	.63**	.31**	-.13**
Stolz	-.14**	.55**	.19**	-.12**	.31**	.40**	.51**	.36**	-.05
Ärger	.24**	-.48**	-.67**	.54**	-.35**	-.45**	-.49**	-.24**	.41**
Angst	.30**	-.25**	-.72**	.74**	-.27**	-.45**	-.30**	-.16**	.37**
Scham	.27**	-.20**	-.63**	.76**	-.18**	-.37**	-.22**	-.12**	.36**
Langeweile	.17**	-.53**	-.56**	.34**	-.38**	-.37**	-.53**	-.29**	.31**
Selbstkonzept	-.49**	.31**	.38**	-.39**	.16**				
Fachvalenz	-.20**	.50**	.34**	-.19**	.32**	.50**			
BNO ^b	-.09*	.41**	.21**	-.15**	.55**	.13**	.37**		
Klima (Rivalität)	.16**	-.10*	-.50**	.39**	-.26**	-.07	-.10*	-.10*	

Tabelle 32: Bivariate Pearson-Korrelationen der Trait-Emotionen und Fehlerkulturvariablen (2. MZP)

Anmerkungen: ^a ZZ = Zwischenzeugnisnote. Negative Korrelationen mit der Zwischenzeugnisnote ergeben sich aufgrund der üblichen Kodierung (1 = Sehr gut bis 5 bzw. 6 = Nicht genügend).

^b BNO = Wahrgenommene individuelle Bezugsnormorientierung der Lehrkraft.

575 < N < 674, da fehlende Werte.

Schulform- und Geschlechtsunterschiede am Ende der 1. Schuljahreshälfte

In Hinblick auf die vier Skalen der Fehlerkultur lässt sich für die *Fehler-Lernorientierung* der SchülerInnen kein schulformspezifischer Unterschied festhalten - HauptschülerInnen und GymnasiastInnen unterscheiden sich allerdings sowohl in der erlebten *Normtransparenz des Unterrichts* ($T = -5.712$; $df = 596$; $p = .000$), als auch in der *Angst vor Fehlern* und der Einschätzung der *Fehlerfreundlichkeit der Lehrkraft*. In den beiden letztgenannten Skalen gibt es zudem geschlechtsspezifische Unterschiede. So berichten Mädchen - insbesondere Hauptschülerinnen - eine höhere Angst vor Fehlern (signifikanter Interaktionseffekt: $F(1;585) = 4.670$; $p = .031$). Im Gymnasium hingegen erleben SchülerInnen ihre Lehrperson deutlich positiver im Umgang mit Fehlern als in der Hauptschule, wobei tendenziell GymnasiastInnen die „Fehlerfreundlichkeit“ der Lehrkraft höher einschätzen (knapp nicht signifikanter Interaktionseffekt: $F(1;585) = 3.834$; $p = .051$). HauptschülerInnen (sowohl Jungen als auch Mädchen) empfinden stärker als ihre KollegInnen im Gymnasium den Mathematikunterricht und die an sie gestellten Erwartungen der Lehrkraft als unklar oder intransparent.

6.8.1 Fehlerkultur: Versuchs- und Kontrollklassen im Vergleich

Analog zu der Vorgehensweise in Kapitel 6.7.3 wurden Kovarianzanalysen für mögliche Unterschiede im Umgang mit Fehlern (Fehlerkultur-Skalen des zweiten Messzeitpunktes) berechnet. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollklassen. Einzelinterviews mit SchülerInnen¹⁷, geben allerdings Hinweise darauf, dass die „private“ Fehlersituation am Computer tatsächlich als weniger bedrohlich angesehen wird. Die SchülerInnen nannten dabei zwei Aspekte: die nicht-öffentliche Übungssituation (Einzelarbeit vs. im Klassenkontext) und das rein korrektive Feedback von *Merlin* ohne emotionale Färbung oder Abwertung. Werden für den Vergleich zwischen Versuchs- und Kontrollklassen nur jene SchülerInnen herangezogen, die die subjektiv erlebten Anforderungen in den herkömmlichen Übungsstunden als zu hoch einstufen, zeigt sich eine tendenziell ($\alpha = 0.10$; $F(1;528) = 2.809$; $p = .094$) positivere Einstellung zu Fehlern (Fehler-Lernorientierung) in den Versuchsklassen. Werden ausschließlich leistungsschwache SchülerInnen der Versuchs- und Kontrollklassen betrachtet, werden zudem (bei Kontrolle des Geschlechts) Unterschiede im mathematischen Selbstkonzept ($F(1;322) = 291.36$; $p = .034$) und der Selbstwirksamkeit in Mathematik ($F(1;305) = 4.243$; $p = .040$) zugunsten der Versuchsklassen deutlich.

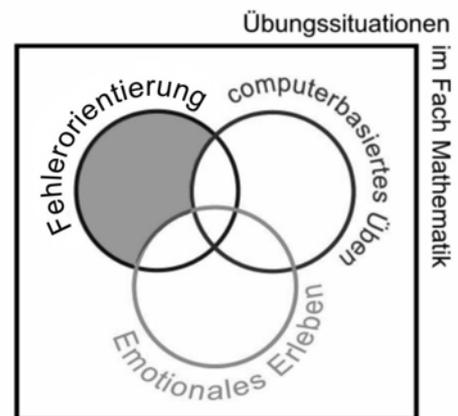


Abbildung 30: Teilbereich C

6.8.2 Der subjektiv eingeschätzte Umgang mit Fehlern und akademische Emotionen

Im des sozialkognitiven Kontroll-Wert Modell (Kapitel 3.1.2) von Pekrun (2000, 2006) wurden (reziproke) Zusammenhänge zwischen Umwelt- und individuellen Faktoren einerseits und Lern-/Leistungsemotionen andererseits erwartet und z.T. überprüft. Dabei spielen zwei individuelle Faktoren eine zentrale Rolle: Subjektive Kontroll- bzw. Kompetenzüberzeugungen (fachspezifisches Selbstkonzept) und Valenzen (Fachvalenz). Diese individuellen Faktoren werden wiederum von Umweltfaktoren (wie beispielsweise der Instruktionsqualität, Art und Konsequenzen der Rückmeldungen, Wettbewerb in der Klasse, Leistungsdruck durch Eltern, Lehrkräfte, etc.) beeinflusst. Darüberhinaus wird von Rückkoppelungseffekten der erlebten Emotionen ausgegangen.

¹⁷ vgl. Zulassungsarbeit von Wimmer, 2007

In diesem Modell wurden bislang die Einstellung zu Fehlern und der Umgang damit nicht berücksichtigt. Eine hohe Fehler-Lernorientierung (vergleichbar mit einer ausgeprägten Mastery- bzw. Lernzielorientierung, vgl. Kapitel 4.3.1) kann nicht als Bestandteil subjektiver Kompetenz- bzw. Kontrollüberzeugungen angesehen werden (mittlere Korrelation von $r = .31$ mit dem Selbstkonzept), sondern es wird erwartet, dass Kontroll- und Valenzeinschätzungen diese beeinflussen. Zudem wird angenommen, dass die einzelnen Variablen der Fehlerkultur in unterschiedlicher Weise mit akademischen Emotionen zusammenhängen. Um diese Annahme zu überprüfen, wurden anhand linearer Strukturgleichungsmodellierung (datengeleiteter Partial Least Squares-Ansatz nach Wold, 1975) Zusammenhänge zwischen den Fehlerkulturvariablen (und damit auch der Fehler-Lernorientierung der SchülerInnen) und den Emotionen, neben dem Einfluss von Selbstkonzept und Fachvalenz, untersucht.

Exkurs: Strukturgleichungsmodellierung mit PLS

Das nicht-parametrische PLS-Verfahren, welches in den letzten Jahren zur Schätzung komplexer Strukturgleichungsmodelle zunehmend angewendet wird (Fassott, 2005; Hanfstingl, Riemenschneider & Glück, 2006; Helmke, 1993; Howie, 2005; VanRaaij & Schepers, 2008), wurde gewählt, um die Abweichung von der Normalverteilung bei den negativen Emotionen zu berücksichtigen. Bei PLS handelt es sich um ein varianzbasiertes Verfahren. Es ist geeignet, komplexe Zusammenhangsmuster auch an kleinen Teilstichproben zu untersuchen (Chin, 1998; Chin & Newsted, 1999) und fordert weniger strenge Verteilungsannahmen (vgl. Huber, Herrmann, Meyer, Vogel & Vollhardt, 2007). Gerade zur explorativen Analyse der Zusammenhänge zwischen Emotionen und den Variablen der Fehlerkultur erscheint dieser Ansatz gegenüber herkömmlichen Verfahren zu Strukturgleichungsmodellen (SEM) mit ihren strengen Voraussetzungen an die Daten (multivariate Normalverteilung) besser geeignet. Bei einem Vergleich von SEM Modellen mit LISREL (Jöreskog & Sörborm, 2006) und AutoPLS (Hanfstingl et al., 2006) zeigten sich ähnliche oder etwas geringere Regressionsgewichte und eine geringere Varianzaufklärung im PLS-Ansatz.

PLS *unterschätzt* also eher die Beziehungen zwischen latenten Variablen - die mittels PLS-Algorithmen berechneten Schätzer spiegeln die Gegebenheiten der Grundgesamtheit jedoch umso besser wider, je größer die Stichprobe ist (Huber et al., 2007). Bei der vorliegenden Stichprobengröße ist demnach von guten Schätzungen auszugehen (für einen Überblick siehe Jöreskog & Wold, 1982).

Überprüfung des erweiterten sozialkognitiven Modells schulischer Emotionen

Getrennt für jede der sechs Emotionen wurde ein PLS Modell mit ausgewählten Umweltmerkmalen aus SchülerInnen-Sicht (individuelle Bezugsnormorientierung der Lehrkraft und Wettbewerb/Rivalität in der Klasse), den beiden individuellen Einflussgrößen (Selbstkonzept und Fachvalenz) und den vier Fehlerkulturvariablen berechnet. Da bei PLS keine Fitwerte zur Beurteilung des Gesamtmodells abgerufen werden können, erfolgte folgendes Vorgehen bei der Prüfung der Modellgüte:

- Es wurden lediglich signifikante Pfadkoeffizienten $>.10$ einbezogen.
- Die bestmögliche Varianzaufklärung (R^2 -Kriterium) wurde herangezogen (idealerweise $>.30$).
- Die Vorzeichen der Pfadkoeffizienten wurden auf erwartete Richtung überprüft.

Das Modell wurde für jede Emotion getrennt berechnet (vgl. Pekrun et al., 2009). Für die Zusammenhänge zwischen SchülerInnenmerkmalen (Selbstkonzept, Fachvalenz, Mathematiknote) bzw. Umweltmerkmalen (wahrgenommene Rivalität und individuelle Bezugsnorm der Lehrkraft) und den Variablen der Fehlerkultur zeigten sich keine Suppressionseffekte und daher in allen Modellen (annähernd) gleiche Pfadkoeffizienten - ausgenommen jene zwischen Fachvalenz und Emotionen. Aus diesem Grund ist in Abbildung 31 ein für alle Emotionen zusammengefasstes Modell (mittlere Pfadkoeffizienten) dargestellt, wobei die Zusammenhänge zwischen Fachvalenz und Emotionen getrennt aufgeführt werden. In Hinblick auf die vier Fehlerkulturskalen ergeben sich je nach Emotion unterschiedliche Zusammenhänge, d.h. unterschiedliche Pfade einer oder mehrerer Variablen der Fehlerkultur auf die jeweilige Emotion. Diese Zusammenhänge sind in den Abbildungen 32-36 (getrennt für leistungsschwache bzw. -starke SchülerInnen) dargestellt und werden nachfolgend erläutert. Da PLS die Analyse von Teilstichproben ermöglicht, wurden getrennte Modelle für die beiden Subgruppen gerechnet.

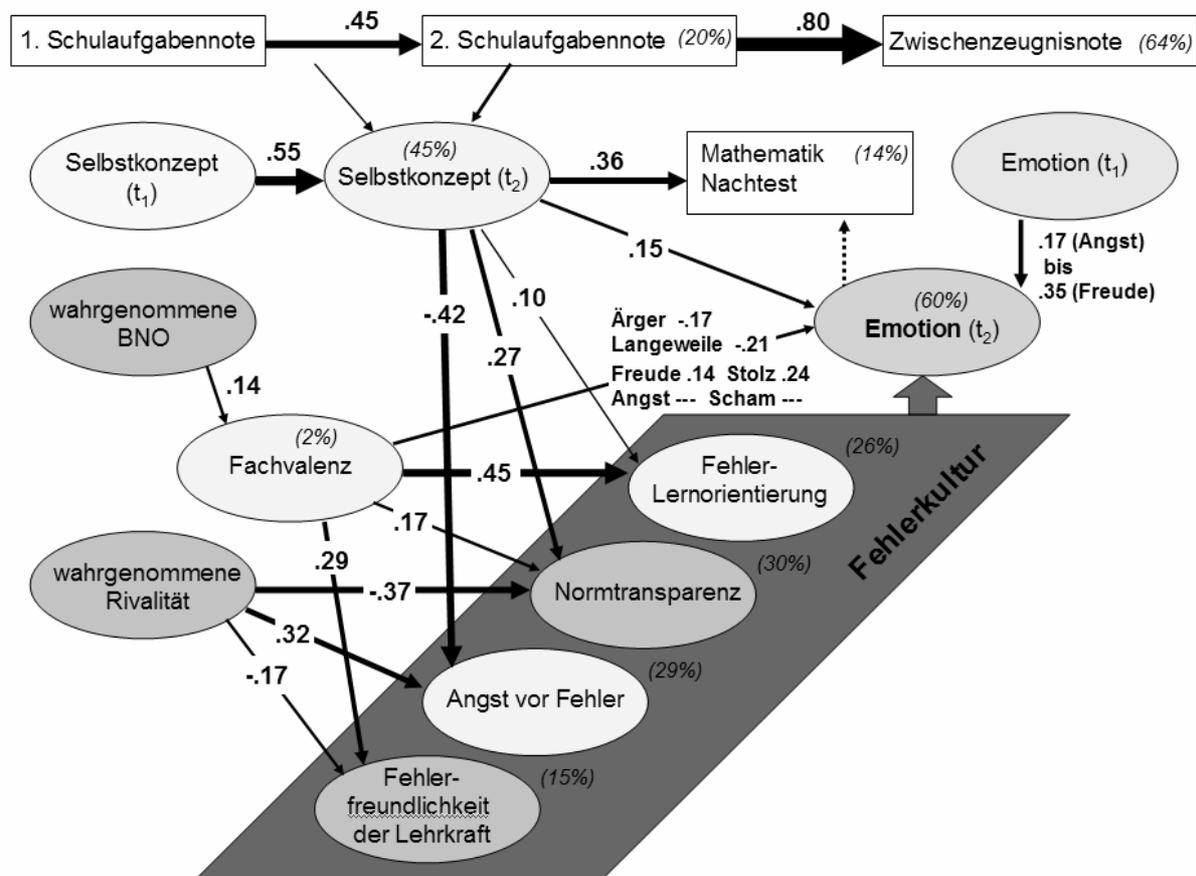


Abbildung 31: Verallgemeinerte Darstellung des PLS Modells

Anmerkungen: Lediglich Pfadkoeffizienten $> .10$ wurden in das Modell einbezogen. Die Berechnungen erfolgten auf Individualebene mit jeweils am Klassenmittelwert zentrierten (gepoolten) Daten. Erklärte Varianz (R^2) kursiv in Klammern.

Rund 60% der Varianz der Emotionen zum zweiten Messzeitpunkt werden durch die folgenden Faktoren erklärt: Emotion zum ersten Messzeitpunkt, fachspezifisches Selbstkonzept, Fachvalenz und eine oder mehr der vier Fehlerkultur-Variablen.

So erwiesen sich eine (niedrige) Normtransparenz ($-.23 < \beta < -.28$) und eine (stark ausgeprägte) Angst vor Fehlern ($.23 < \beta < .55$) als Prädiktoren für alle negativen Emotionen, nur für Langeweile spielt Angst vor Fehlern keine Rolle. Hohe Normtransparenz im Mathematikunterricht und eine ausgeprägte Fehler-Lernorientierung der SchülerInnen gehen mit reduzierter Langeweile und weniger Ärger einher.

Freude und Stolz

Für Zusammenhänge zwischen positiven Emotionen und der Fehler-Lernorientierung der SchülerInnen sind Analysen der Subgruppen (Mediansplit: Vortestleistung unter dem Klassendurchschnitt) interessant: Für die Gruppe der leistungsschwachen SchülerInnen

scheint weniger die Fehler-Lernorientierung, sondern die wahrgenommene Normtransparenz für das Erleben von Freude (vgl. Abb. 32) von Bedeutung zu sein. Freude im Fach Mathematik hängt demnach bei *leistungsschwachen* SchülerInnen (u.a.) von der Klarheit/Strukturiertheit des Unterrichts bzw. der Transparenz der gestellten Anforderungen ab, während für leistungsstarke SchülerInnen die individuelle Fehler-Lernorientierung für Freude und Stolz eine wichtigere Rolle spielt.

Langeweile

Für beide Subgruppen geht eine positive/lernzielorientierte Einstellung zu Fehlern mit geringerer Langeweile einher (vgl. Abb. 37): SchülerInnen mit einer hohen Fehler-Lernorientierung berichten demnach weniger Langeweile im Fach Mathematik. Auch hier zeigt sich zudem der (wenn auch schwache) Zusammenhang zwischen einer (fehlenden) Transparenz von Normen und dem Erleben von Langeweile vor allem bei *leistungsschwachen* SchülerInnen.

Ärger

Die Fehler-Lernorientierung steht in negativem - Angst vor Fehlern in positivem Zusammenhang mit Ärger (vgl. Abb 34). Bei einer gering vorhandenen Normtransparenz ist bei allen SchülerInnen Ärger stärker ausgeprägt.

Angst und Scham

Vergleichbare negative Korrelationen zeigen sich zwischen der Normtransparenz und *Angst* sowohl bei leistungsschwachen als auch -starken SchülerInnen. Wenig überraschend sind die hohen positiven Zusammenhänge zwischen der Angst vor Fehlern und den auf das Fach Mathematik bezogenen Emotionen Angst und Scham.

In allen Modellen zeigt sich ein positiver Zusammenhang zwischen der *Fachvalenz* und der Fehler-Lernorientierung, wobei die Pfadkoeffizienten für die Gruppe der *leistungsschwachen* SchülerInnen durchgängig deutlich höhere Werte aufweisen (durchschnittliche Pfadkoeffizienten: $\beta = .54$ bei leistungsschwachen SchülerInnen; $\beta = .33$ bei leistungsstarken SchülerInnen). Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass die subjektive Wichtigkeit des Faches für eine positive Einstellung zu Fehlern insbesondere für leistungsschwache SchülerInnen eine Rolle spielt: Je wichtiger die eigene Mathematikleistung bzw. das Fach Mathematik sind, umso eher werden Fehler als Lernchance bzw. notwendiger Bestandteil individueller Lernfortschritte angesehen.

Interessant sind die inhaltlich unterschiedlichen Prädiktoren für Angst vor Fehlern sowie der wahrgenommenen Klarheit der Anforderungen im Unterricht: Für *leistungsstarke* SchülerInnen scheint die *wahrgenommene Rivalität* für die Entstehung von Angst vor Fehlern ausschlaggebender zu sein ($\beta = .23$ bei den Leistungsschwachen; $\beta = .40$ bei den Leistungsstarken), während bei *leistungsschwachen* SchülerInnen ein vergleichsweise höherer, negativer Zusammenhang mit dem *Selbstkonzept* zu finden ist. Ein niedriges Zutrauen der schwachen SchülerInnen in die eigenen mathematischen Fähigkeiten geht demnach mit größerer Angst vor Fehlern einher (und umgekehrt). Ebenso scheint bei leistungsschwachen SchülerInnen eine stärkere Verbindung zwischen dem Selbstkonzept und der Einschätzung der Normtransparenz zu bestehen: Der Zusammenhang zwischen Selbstkonzept und die von den SchülerInnen erlebte Klarheit und Transparenz im Mathematikunterricht ist bei der Gruppe der Leistungsschwachen im Durchschnitt deutlich höher ($\beta = .36$), als in der Gruppe der leistungsstarken SchülerInnen ($\beta = .18$).

Daneben scheint für alle SchülerInnen ein (subjektiv) zunehmender Wettbewerb in der Klasse mit einer vermehrten Unsicherheit gegenüber den Anforderungen und Erwartungen der Lehrkraft einherzugehen. Ein direkter Zusammenhang zwischen der von den SchülerInnen eingeschätzten (!) individuellen Bezugsnormorientierung der Lehrkraft und der Fehler-Lernorientierung der SchülerInnen konnte im Modell nicht bestätigt werden.

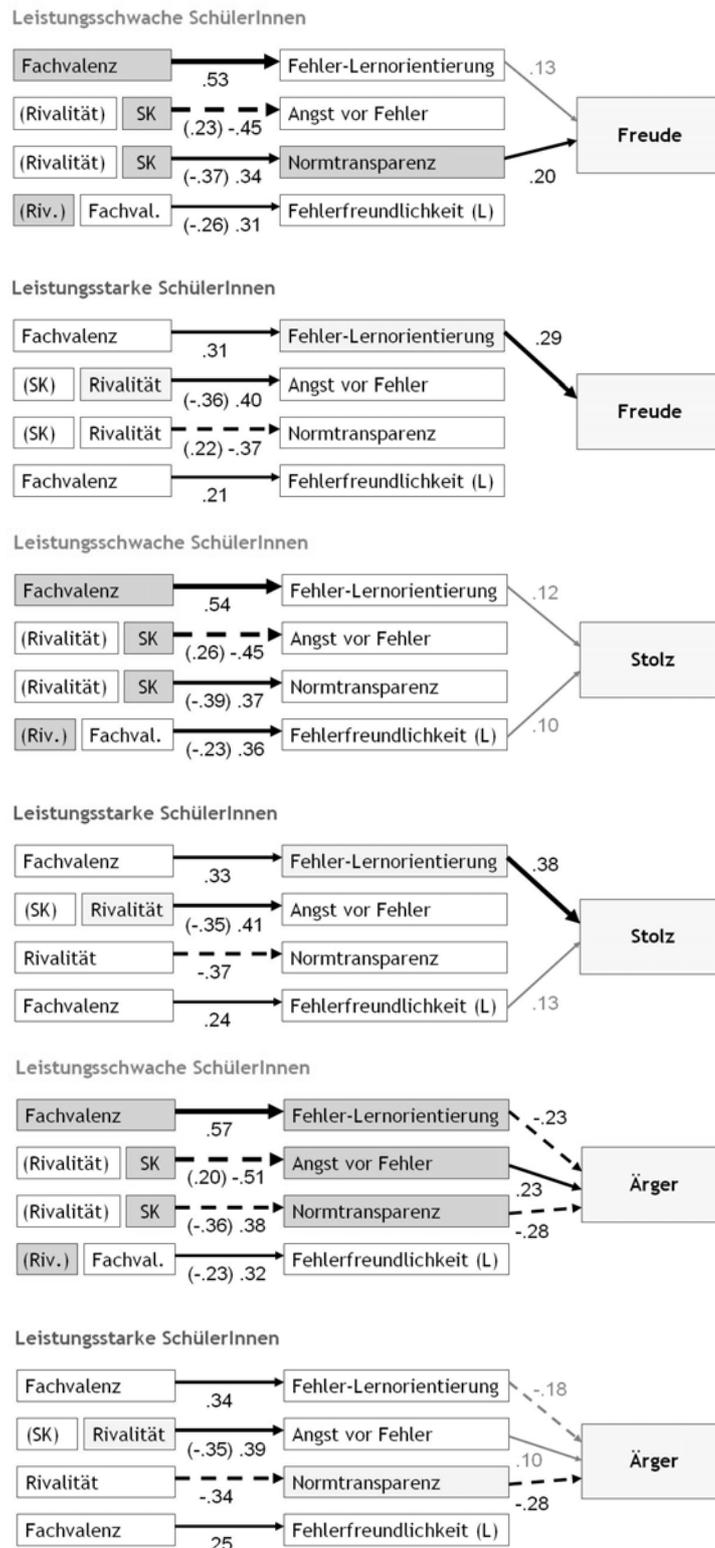


Abbildung 32-34: Schematische Darstellung der Pfadkoeffizienten für Freude, Stolz und Ärger

Anmerkungen: SK = Selbstkonzept, Rival. = Rivalität, Fachval. = Fachvalenz. Dargestellt sind lediglich Pfadkoeffizienten $> .20$ (nur für Zusammenhänge mit Emotionen auch $\beta > .10$).

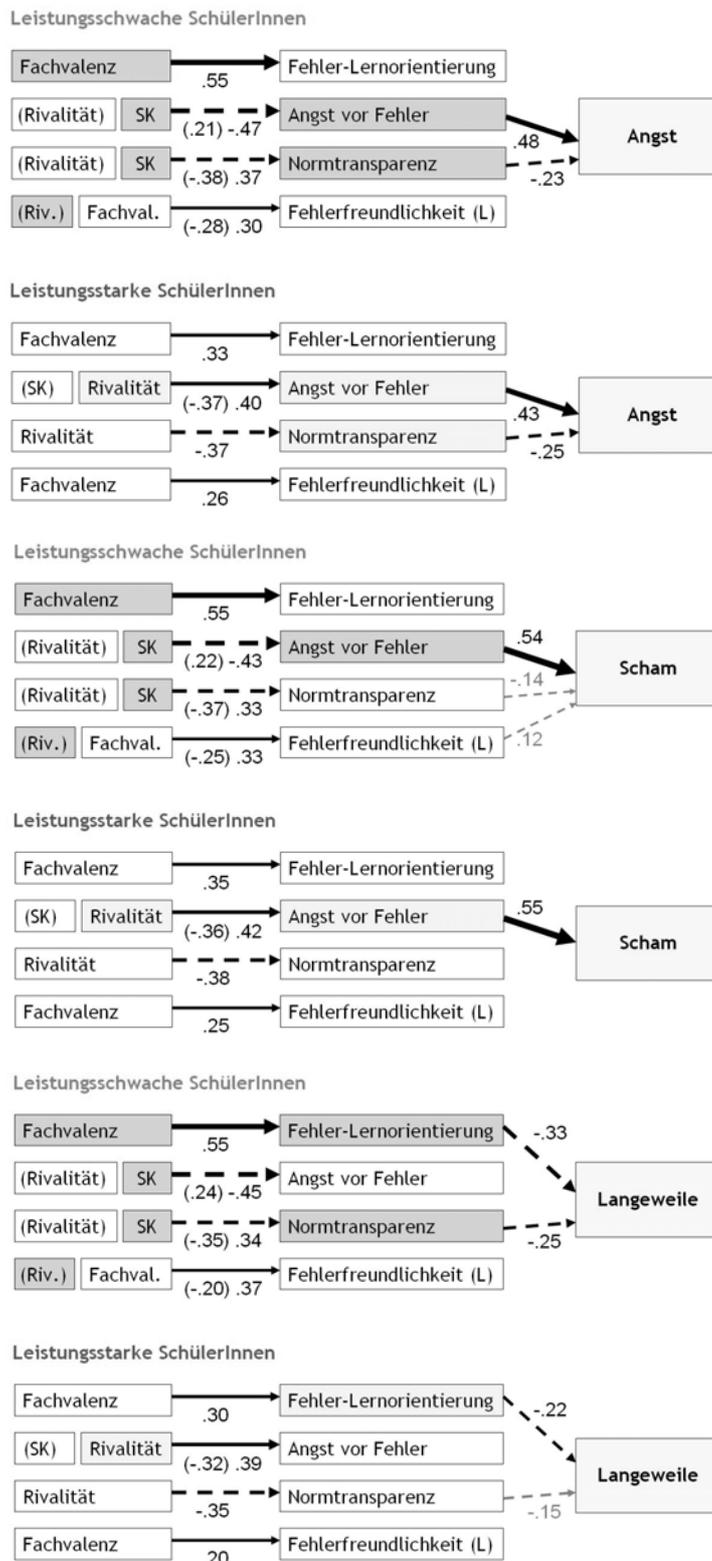


Abbildung 35-37: Schematische Darstellungen für Angst, Scham und Langeweile

Anmerkungen: SK = Selbstkonzept, Rival. = Rivalität, Fachval. = Fachvalenz. Dargestellt sind lediglich Pfadkoeffizienten > .20 (nur für Zusammenhänge mit Emotionen auch $\beta > .10$).

6.8.3 Zusammenfassende Diskussion (Teilbereich C)

Erste korrelative Befunde zeigten Zusammenhänge zwischen Variablen der Fehlerkultur und dem emotionalen Erleben von SchülerInnen: So geht eine *Fehler-Lernorientierung* der SchülerInnen mit positiven (aktivierenden) Emotionen und weniger Ärger und Langeweile einher. Unklare Anforderungen im Mathematikunterricht sind mit mehr negativen Emotionen, darunter auch Angst, verknüpft. *Angst vor Fehlern* begünstigt Scham und Angst im Unterrichtsfach Mathematik. In Hinblick auf die negativen Zusammenhänge zwischen Normtransparenz und Ärger, Langeweile und Angst berichten Frenzel et al. (2007) vergleichbare Ergebnisse ($\beta = -.24$ für Ärger, $\beta = -.20$ für Langeweile, allerdings lediglich $\beta = -.08$ für Angst).

Die detaillierte Betrachtung leistungsstarker versus -schwacher SchülerInnen in der vorliegenden Arbeit liefert wichtige Hinweise: Insbesondere Leistungsstarke erleben in Klassen mit hoher Rivalität mehr Angst vor Fehlern. In weiteren Untersuchungen sollte demnach der Frage nachgegangen werden, welche Rolle soziale Vergleiche für unterschiedliche Gruppen von SchülerInnen spielen.

In Hinblick auf die Fehler-Lernorientierung, die für eine positive Emotionsbilanz (auch nach Misserfolg) von Bedeutung ist (vgl. Kapitel 6.7.6), zeigte sich, dass für alle SchülerInnen, insbesondere aber für Leistungsschwache die eingeschätzte Wichtigkeit des Faches mit einer positiven Einstellung zu Fehlern korreliert.

Allgemein wurden schulform- und geschlechtsspezifische Unterschiede gefunden: Speziell weibliche Hauptschülerinnen erleben vermehrt Angst vor Fehlern, während Jungen und vor allem Mädchen im Gymnasium die „Fehlerfreundlichkeit“ ihrer Lehrkraft höher einschätzen. Dieses Ergebnis muss dabei nicht unbedingt positiv bewertet werden: Es ist denkbar, dass bei Mathematiklehrkräften für Gymnasien aufgrund ihrer stärker fachwissenschaftlich ausgerichteten Ausbildung vermehrt geschlechterstereotype Einstellungen zum Tragen kommen bzw. die Zuschreibung mangelnder mathematischer Fähigkeiten bei Mädchen dazu führt, dass diese „nachsichtiger“ behandelt werden und mehr „Fehler machen dürfen“, weil mehr Fehler bei Mädchen erwartet werden (vgl. Kapitel 4.2, S. 65). In der Hauptschule herrscht zudem mehr Unsicherheit und weniger Klarheit über Regeln und Anforderungen im Mathematikunterricht vor.

Ein Vergleich zwischen den Versuchs- und den Kontrollklassen zeigte keine unterschiedliche Entwicklung in der Einstellung zu bzw. Angst vor Fehlern. Allerdings zeigte sich nach der Intervention bei den leistungsschwachen SchülerInnen der

Versuchsklassen ein günstigeres mathematisches Selbstkonzept als bei den leistungsschwachen SchülerInnen der Kontrollklassen. Zudem wiesen SchülerInnen der Versuchsklassen, die zuvor herkömmliche Übungsstunden als „zu schwierig“ einschätzten, nach den Übungsstunden mit MRM 2.0 eine höhere Fehler-Lernorientierung auf als die SchülerInnen der Kontrollklassen. Qualitative Daten einzelner SchülerInnen liefern Hinweise auf mögliche Ursachen: In Interviews wurden das neutrale und sanktionsfreie Feedback des pädagogischen Agenten des Programms, sowie die „private“ Übungssituation hervorgehoben (vgl. Schulmeister, 2000).

In weiteren Untersuchungen näher zu prüfen ist der gefundene Zusammenhang zwischen dem (von den SchülerInnen wahrgenommenen) Wettbewerb in der Klasse und der Unsicherheit gegenüber den Regeln bzw. Anforderungen im Unterricht. Zudem konnte im Modell kein direkter Zusammenhang zwischen der (von den SchülerInnen eingeschätzten) individuellen Bezugsnormorientierung der Lehrperson und der Fehler-Lernorientierung der SchülerInnen bestätigt werden.

Die für jede Emotion getrennte, wiederholte Berechnung desselben Modells an einer Stichprobe ist - trotz gleicher Verfahrensweise in anderen Studien (vgl. Pekrun et al., 2009) - hinsichtlich Messfehler zu hinterfragen. Da es sich jedoch um explorative Befunde handelt ist die Vorgehensweise weniger kritisch zu betrachten.

Darüber hinaus sind in künftigen Studien Auswirkungen konkreter Verhaltensweisen von Lehrkräften in Fehlersituationen (z.B. Diskussion über fehlerhafte Lösungsvorschläge, Betonung einer individuellen Bezugsnorm durch entsprechend gestaltete Bewertungssysteme) auf die Emotionen von SchülerInnen experimentell zu untersuchen. Neben der Analyse von Selbsteinschätzungsdaten sollte auch das alltägliche LehrerInnenverhalten beim Umgang mit Fehlern im Unterricht systematisch beobachtet werden.

6.9 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit verfolgte mehrere Ziele: Zum einen ging es darum, Einsatzmöglichkeiten und Effekte computerbasierter Individualisierung auf Leistung und Emotionen von SchülerInnen zu untersuchen. Zum anderen wurde die Bedeutung unterschiedlicher *Fehlerkultur*variablen für die Emotionen von SchülerInnen im Fach Mathematik analysiert. Es wurde erwartet, dass durch das Programm *Merlins Rechenmühle* (MRM 2.0) deutlichere Leistungsverbesserungen erreicht werden als durch herkömmliche Übungsstunden, und positive Veränderungen in den Mathematikemotionen, dem mathematischen Selbstkonzept, der Fachvalenz und der Einstellung zu Fehlern erzielt werden. Bei den Analysen wurden insbesondere Veränderungen bei leistungsschwachen SchülerInnen bzw. Unterschiede zwischen Leistungsschwachen und -starken berücksichtigt. Neben Leistungstests am Beginn und am Ende der ersten Schuljahreshälfte, wurde das emotionale Erleben der SchülerInnen auf zwei Arten erhoben: Einerseits kam ein Fragebogen zur Erhebung habitualisierter (d.h. durch wiederholte Lernerfahrungen stabilisierter) Mathematikemotionen zu beiden Messzeitpunkten zum Einsatz, andererseits wurden State-Emotionen der SchülerInnen im Unterricht sowie in der computerbasierten Lernumgebung erhoben. Dabei wurde ein Augenmerk auf das *prozessbezogene* emotionale Erleben während der Arbeit mit dem Programm und insbesondere nach Erfolg und Misserfolg gelegt. Hier wurde erwartet, dass vorwiegend positive Emotionen erlebt werden, wobei ein Novitätseffekt überprüft wurde.

Zunächst wurden anhand einer Online-Befragung der Stellenwert und der Ablauf von Übungsstunden im Unterrichtsalltag aus Sicht von Mathematiklehrkräften erhoben, um Einsatzmöglichkeiten des Programms im Unterricht zu bestimmen. Dabei zeigte sich, dass der Computer noch selten zu Übungszwecken in der Schule eingesetzt wird und diese vor allem in Hauptschulen vorwiegend in Form von Hausaufgaben stattfindet. Andererseits gaben sowohl Hauptschul- als auch Gymnasiallehrkräfte an, dass „Übung“ etwa die Hälfte der Unterrichtszeit einnimmt.

In einer Pilotstudie wurde das Programm erstmals in der 5. Jahrgangsstufe einer Realschule eingesetzt und evaluiert. Es zeigten sich deutliche Leistungsverbesserungen jener SchülerInnen, die an sechs nachmittäglichen Förderstunden mit MRM 2.0 teilnahmen. Da die SchülerInnen der Kontrollgruppe jedoch keine alternative Maßnahme erfuhren, lassen sich die gefundenen Übungseffekte nicht mit herkömmlichen Verfahren vergleichen.

In der Hauptuntersuchung wurde MRM 2.0 in zwölf Versuchsklassen (Hauptschule und Gymnasium) in den regulären Mathematikunterricht integriert. Weitere dreizehn Klassen dienten als Kontrollklassen. Experimentell wurde in den Versuchsklassen durch parallelisierte Versuchs- und Werte-Kontrollgruppen die Wirksamkeit individualisierter Übung mit MRM 2.0 überprüft. Die Evaluationsergebnisse zeigten signifikante Gewinne in der Mathematikleistung der SchülerInnen nach der Intervention - sowohl beim Vergleich zwischen Versuchs- und Kontrollklassen, als auch beim Vergleich zwischen Versuchs- und Werte-Kontrollgruppen. Der Leistungszuwachs bei den SchülerInnen der Versuchsgruppen zeigte sich besonders deutlich bei Textaufgaben. Für die Nachtestleistung konnte ein Transfereffekt und ein Effekt der vermehrten Bearbeitung von Textaufgaben (unter Kontrolle des Leistungsniveaus) gefunden werden. Zudem wurden mit MRM 2.0 in vergleichbarer Zeit wesentlich mehr Aufgaben *aktiv* (und individuell) bearbeitet.

Gruppenvergleiche replizierten bisherige Befunde zu Geschlechtsunterschieden bei Mathematikemotionen (Fragebogendaten): Mädchen berichteten signifikant mehr Angst und Scham sowie geringere Freude und wiesen zudem ein niedrigeres fachspezifisches Selbstkonzept auf als Jungen. In den genannten Emotionen und für Ärger zeigten sich auch (erwartete) schulformspezifische Unterschiede. Im Gegensatz dazu waren zu Schuljahresbeginn keine Unterschiede in der wahrgenommenen Fehlerkultur ersichtlich. Auch zum zweiten Messzeitpunkt unterschieden sich HauptschülerInnen und GymnasiastInnen nicht in ihrer Einstellung zu Fehlern (Fehler-Lernorientierung). Allerdings war am Ende des ersten Schulhalbjahres an Gymnasien die Normtransparenz und (vor allem nach Einschätzung der Gymnasiast^{innen}) die „Fehlerfreundlichkeit“ der Lehrkräfte im Mathematikunterricht höher als an Hauptschulen. Vor allem von Hauptschüler^{innen} wurde hingegen eine höhere Angst vor Fehlern berichtet.

Beim Vergleich zwischen Versuchs- und Kontrollklassen berichteten die SchülerInnen der Versuchsklassen (und insbesondere jene, die sich in herkömmlichen Übungsstunden überfordert fühlten) höhere Freude sowie weniger Langeweile und Ärger. Tendenziell zeigten sich auch positive Effekte in der Fehler-Lernorientierung und der Fachvalenz zugunsten der Versuchsklassen. Zu Beginn leistungsschwache SchülerInnen wiesen zudem nach den Übungsstunden mit MRM 2.0 ein höheres mathematisches Selbstkonzept auf. Somit konnten die Hypothesen zu den Effekten der computerbasierten Individualisierung auf Emotionen und andere individuelle Merkmale der SchülerInnen größtenteils (nicht für alle Emotionen) bestätigt werden.

Während der Arbeit mit dem Programm dominierten positive Emotionen (auch bei leistungsschwachen SchülerInnen!), wobei von keinem Novitätseffekt auszugehen ist. Ärger wurde vor allem nach gescheiterten Lösungsversuchen bei Textaufgaben erlebt. Zwischen den prozessbezogen erhobenen Emotionen im Unterricht (States) und den mit Fragebogen erfassten (habitualisierten) Emotionen (Traits) wurden mittlere, positive Zusammenhänge gefunden. In Verbindung mit den Fragebogen-Befunden zu geschlechts- und leistungs-spezifischen Unterschieden, die sich in den State-Emotionen nicht widerspiegelten, gewinnt die Erfassung situationsbezogener Emotionen an Bedeutung. Vor allem für Maßnahmen zur Förderung positiver Emotionen im Unterrichtsfach Mathematik bzw. der Motivation von Leistungsschwachen und SchülerInnen sind die gefundenen Ergebnisse bemerkenswert.

Darüber hinaus wurde die Bedeutsamkeit einer positiven Einstellung zu Fehlern sowohl für State- als auch Trait-Emotionen deutlich: Analysen von Erfolgs- und Misserfolgssituationen bestätigten die Hypothese, dass SchülerInnen, die Fehlern konstruktiv und lernzielorientiert begegnen, auch in Misserfolgssituationen eine positive Emotionsbilanz aufrechterhalten. Die Hypothese, dass auch ein günstiges Fähigkeitsselbstkonzept sowie Fachvalenz negative Emotionen nach Misserfolg mindern, konnte nicht bestätigt werden.

Korrelative Befunde zeigten, dass die Fehler-Lernorientierung positiv mit Freude bzw. Stolz und negativ mit Ärger bzw. Langeweile zusammenhängt. Daneben ist eine hohe Transparenz von Normen (d.h. die Klarheit/Strukturiertheit des Unterrichts) vor allem für leistungsschwache SchülerInnen wichtig, um Freude und weniger Ärger, Langeweile und Angst mit dem Fach Mathematik zu verbinden. Während die Fachvalenz insbesondere bei Leistungsschwachen positiv mit der Fehler-Lernorientierung der SchülerInnen zusammenhängt, spielt für Leistungsstarke die subjektiv wahrgenommene Rivalität in der Klasse eine größere Rolle - vor allem für deren Angst vor Fehlern. Letztere steht bei leistungsschwachen SchülerInnen stärker mit dem Selbstkonzept (negativ) in Zusammenhang.

7 Diskussion und Ausblick

Computerbasierte Individualisierung und Emotionen

Auf den ersten Blick werfen die gefundenen Ergebnisse ein durchaus positives Licht auf die Wirksamkeit computergestützter Individualisierung im Mathematikunterricht nach dem Übertritt in die 5. Jahrgangsstufe. Bereits nach fünf Monaten zeigten sich nicht nur Effekte auf die Leistung von SchülerInnen, sondern auch gleichzeitig auf deren *mathematikbezogene Emotionen*. Bisherige Untersuchungen konzentrierten sich entweder auf Leistungsergebnisse oder auf einzelne Aspekte der Motivation von SchülerInnen. Vor allem die Bedeutung positiver Emotionen (z.B. Freude, Stolz, Interesse) und deren Förderung (z.B. Astleitner FEASP, 2000; Hänze, 2003; Pekrun, 1998) rückt zunehmend (wieder) in das Blickfeld pädagogisch-psychologischer Forschung. So macht sich auch ein zunehmendes Forschungsinteresse am emotionalen Wohlbefinden von SchülerInnen bemerkbar (Hascher, 2003; Götz, Zirngibl & Pekrun, 2003; Salovey, Rothman, Detweiler & Steward, 2000). In dieser Arbeit wurden erstmals Emotionen in *computerbasierten* Lernumgebungen umfassend erhoben und analysiert sowie als abhängige Variable betrachtet. Es konnte gezeigt werden, dass das emotionale Erleben von SchülerInnen in Mathematik vielschichtig ist und sowohl *situationsspezifisch* (State), als auch im Sinne habitualisierter Emotionen (Trait) analysiert werden muss. Dennoch mangelt es nach wie vor an emotionsbezogenen Interventionsstudien im Bildungsbereich, deren Ziel „in einer Reduktion exzessiver negativer Leistungsemotionen und Optimierung positiver Leistungsemotionen zu sehen wäre“ (Pekrun, 1999). Dabei ist die Auseinandersetzung mit affektiven Lernzielen (vgl. Krathwohl, Bloom & Masia, 1975; Anderson & Krathwohl, 2001) nicht neu.

Für die Förderung positiver (State-) Emotionen im schulischen Kontext und im Mathematikunterricht scheinen vor allem ein optimaler Schwierigkeitsgrad der Aufgaben sowie die klare Trennung unterschiedlicher Unterrichtsphasen (vgl. Laukenmann & Von Rhöneck, 2003) und die damit verbundene Einschätzung der Bedeutsamkeit und Konsequenzen von Fehlern maßgeblich (vgl. Schulmeister, 2000). Wie in vorliegender Arbeit deutlich wurde, bietet computerbasierte Individualisierung insbesondere für SchülerInnen der „motivationalen Risikogruppe“ (vgl. Reusser, 2000) Vorteile, indem die Erfolgserwartung (bzw. das Fähigkeitsselbstkonzept) erhöht und Lernfreude gefördert werden (vgl. Keller, 1983). Dieser Befund ist insofern beachtenswert, da in vielen Fällen von Differenzierungsmaßnahmen im Unterricht vorwiegend leistungsstarke SchülerInnen profitieren (vgl. Kapitel 2.1.3, S. 21) und Leistungsschwache im Fach Mathematik weniger

Freude und vermehrt negative Emotionen berichten. Bei angeleiteter, adaptiv gestalteter Übung am Computer erleben auch leistungsschwache SchülerInnen durch *aktive Bearbeitung* von Aufgaben *Lernfortschritte und positive Emotionen*, die sich wiederum auf die Aufgabenbearbeitung auswirken, und damit Lernverhalten und künftige Leistung beeinflussen können. Besonders hervorzuheben ist, dass sich dieser günstige Effekt bereits nach sechs bzw. sieben Übungseinheiten zeigte. In einer Studie von Krätzschar und Mielke (2007) wurden günstige Auswirkungen individualisierten Unterrichts auf das Fähigkeitsselbstkonzept der SchülerInnen erst nach einem Zeitraum von eineinhalb Jahren sichtbar.

Auch wenn nach der Intervention keine geringere *Angst vor Fehlern* belegt werden konnte, zeigten sich doch interessante Hinweise auf Unterschiede zwischen leistungsschwachen und -starken SchülerInnen, die in weiteren Studien aufgegriffen werden können: Bei Leistungsstarken wurden höhere Zusammenhänge zwischen der Angst vor Fehlern und der wahrgenommenen Rivalität in der Klasse gefunden, während bei Leistungsschwachen das Selbstkonzept mit der Angst vor Fehlern höher korreliert. Daraus stellt sich die Frage, ob für die leistungsschwachen SchülerInnen einer Klasse soziale Vergleiche eine geringere Rolle spielen. Andererseits belegen Studien (z.B. Schwarzer & Jerusalem, 1983), dass sich eine soziale Bezugsnorm besonders negativ auf das Selbstkonzept von HauptschülerInnen auswirkt.

Die vorliegende Arbeit liefert auch (korrelative) Hinweise darauf, dass leistungsschwache SchülerInnen von einem strukturierten, klaren Unterricht mit transparenten Anforderungen nicht nur hinsichtlich des Lernerfolgs, sondern auch in emotionaler Hinsicht profitieren (vgl. Daniels, 2008; Weinert & Helmke, 1997). Der positive (bei Freude) bzw. negative Zusammenhang (bei Langeweile) mit der subjektiv eingeschätzten Klarheit und Transparenz von Anforderungen zeigte sich nur bei der Gruppe der leistungsschwachen SchülerInnen.

Die Entwicklung höherer Selbstwirksamkeit und Aufgabenpersistenz bedarf eines gewissen Maßes an Herausforderung und damit verbundenen (zeitweisen) Misserfolgen (vgl. Bandura, 1986; Middleton & Spanias, 1999; Schunk & Pajares, 2001). Adaptive Programme, wie etwa MRM 2.0, können dies bewerkstelligen. Nach der individualisierten Übung mit MRM 2.0 wurden nicht nur positive Auswirkungen auf Mathematikemotionen, sondern auch auf das Selbstkonzept und die Fehler-Lernorientierung leistungsschwacher- bzw. subjektiv „überforderter“ SchülerInnen gefunden. Zur Aufrechterhaltung einer positiven Emotionsbilanz in Misserfolgssituationen dürfte eine ausgeprägte Fehler-Lernorientierung günstig

sein, da die Anforderung als auch der Misserfolg anders bewertet werden. Nicht nur nach Misserfolg zeigten sich Zusammenhänge zwischen Freude (bzw. Stolz, geringerem Ärger bzw. Langeweile) und einer konstruktiven Einstellung zu Fehlern. SchülerInnen, die in Misserfolgssituationen positive Emotionen beibehielten, wiesen darüber hinaus eine höhere Fehler-Lernorientierung auf.

Insbesondere bei leistungsschwachen SchülerInnen geht eine positive Einstellung zu Fehlern mit einer hohen Wertschätzung des Faches einher. Demnach erscheint es sinnvoll, sowohl Maßnahmen zur Änderung subjektiver Kontroll- und Valenzbewertungen (vgl. Pekrun, VomHofe, Blum, Frenzel, Götz & Wartha, 2007; Hulleman & Harackiewicz, 2009) umzusetzen, *als auch eine lernzielorientierte Haltung gegenüber Fehlern zu fördern* (vgl. Spinath & Stiensmeier-Pelster, 2003). Wie auch bei Zielorientierungen ist davon auszugehen, dass sich diese im Laufe von wiederholten Lernerfahrungen in bestimmten Kontexten „habitualisiert“ und stabilisiert (vgl. Köller, 1998, Pintrich, 2000). Das Modell für Lern- und Leistungsemotionen von Pekrun (2006) sollte demnach (zumindest für das Fach Mathematik, in dem Fehler einen anderen Stellenwert besitzen als in manchen anderen Fächern) um die Fehler-Lernorientierung als individuelles SchülerInnenmerkmal ergänzt werden.

Neben den bereits genannten Vorteilen computerbasierter Lernumgebungen gibt es bereits Ansätze eines „Fehler-Management-Trainings“ aus der Arbeits- und Organisationspsychologie (Heimbeck, Frese, Sonnentag & Keith, 2003; Keith & Frese, 2005). Darin wird die positive Funktion von Fehlern im Lernprozess durch direkte Instruktionen hervorgehoben. Erste Ergebnisse zeigen positive Effekte auf die Leistung. Letztendlich trägt auch das Verhalten der Lehrkraft im Umgang mit Fehlern dazu bei, die Fehler-Lernorientierung von SchülerInnen zu fördern. In einer Studie von Fischer und Rustemeyer (2007) beispielsweise wirkte sich das (mastery-orientierte) LehrerInnenverhalten förderlich auf die Lernzielorientierung ($\beta = .41$) und die Fachvalenz ($\beta = .40$) der SchülerInnen aus. Vergleichbare Ergebnisse sind für den Umgang mit Fehlern zu erwarten.

Auch wenn davon auszugehen ist, dass Lernfreude als aktivierende Emotion positive Konsequenzen auf Lernverhalten und Leistung hat, während sich Langeweile als negativ deaktivierende Emotion ungünstig auswirkt (Pekrun, 1998; Götz, 2004), bleibt dennoch die Frage welche Emotionen für schulisches Lernen „optimal“ sind (vgl. Götz, Zirngibl, Pekrun & Hall, 2003). Grundsätzlich sind die Effekte negativer Emotionen inkonsistenter als jene positiver Emotionen, wobei Ärger bzw. Angst durchaus auch zu einer Leistungssteigerung führen können (Hancock, 2003; Laukenmann et al., 2003). Auch in der individualisierten

Lernumgebung wurden (wenn auch in geringerem Ausmaß) Ärger und andere negative Emotionen von den SchülerInnen erlebt. Weitere Untersuchungen müssen verstärkt der Frage nachgehen, welche (situativen und vor allem personalen) Faktoren - neben der Fehler-Lernorientierung - für die Auswirkungen negativ-aktivierender Emotionen eine Rolle spielen. An dieser Stelle ist für die vorliegende Studie kritisch anzumerken, dass die Daten ausschließlich auf Selbsteinschätzungen der SchülerInnen beruhen. Gerade in computerbasierten Lernumgebungen sind beispielsweise systematische Beobachtungen des emotionalen Ausdrucks (vgl. Ekman & Friesen, 1978) durch Webcams möglich und mittlerweile durchaus praktikabel. Auch die Validität der von den SchülerInnen eingeschätzten „Fehlerfreundlichkeit der Lehrkraft“ ist untersuchenswert.

Darüber hinaus ist die Erforschung unterschiedlicher Strategien zur Emotionsregulation von SchülerInnen von besonderem Interesse. Die Art und Weise *wie* mit schulischen Emotionen umgegangen wird, ist für den Lernprozess entscheidend (vgl. Petermann & Wiedebusch, 2003). Die Regulation von Prüfungsangst wurde vermehrt untersucht (vgl. Zeidner, 1998) - der Umgang mit anderen negativen und positiven Emotionen deutlich weniger (Knollmann, 2006). In einer Studie von Knollmann und Wild (2007) zu Regulationsstilen von 11-12 jährigen SchülerInnen im Fach Mathematik zeigte sich, dass eine funktionale Emotionsregulation (d.h. Strategien, die zu einer positiven Bilanz führen und darüber vermittelt eine lern- und leistungsförderliche Wirkung haben) mit einer größeren Ausprägung von Freude und geringerem Ärger einhergeht. Es ist anzunehmen, dass die Einstellung zu Fehlern auch in diesem Zusammenhang eine Rolle spielt: So neigen SchülerInnen mit hoher Lernzielorientierung eher zu problemorientierten emotionalen Regulationsstrategien (vgl. Boekaerts, 2002).

In dieser Arbeit wurden situationspezifische, emotionale Prozesse neben habitualisierten, fachbezogenen Emotionen erhoben. Einstellungen und „emotionale Grundhaltungen“ zur Mathematik können als Ergebnis wiederkehrender emotionaler Erfahrungen in mathematischen Situationen angesehen werden (McLeod, 1992). Wie sich in vorliegender Studie zeigte, bestehen in der 5. Jahrgangsstufe nur mittlere Korrelationen zwischen aggregierten State- und Trait-Emotionen im Unterrichtsfach Mathematik. Auch die in den Fragebogendaten gefundenen Geschlechtsunterschiede bei Mathematikemotionen (vgl. Frenzel et al., 2007a) und die vielfach belegten Unterschiede zwischen leistungsstarken und -schwachen SchülerInnen (z.B. Gläser-Zikuda & Mayring, 2003) zeigten sich (noch) nicht in den State-Emotionen. Demnach müssen Maßnahmen und weitere Analysen dort ansetzen, um langfristige Auswirkungen auf fachspezifische Emotionen zu untersuchen:

“Changing habitualized emotions by breaking up procedural schemes is assumed to be critical for any kind of educational intervention wanting to reduce negative emotions.” (Zeidner, 1998)

Zusammenhänge und Auswirkungen von prozessbezogenen Emotionen auf stabilisierte, relativ dauerhafte Emotionen im Fach Mathematik sind auch für positive Emotionen wahrscheinlich. In theoretischen Modellen zur Entwicklung fachspezifischen Interesses wurden situative Prozesse bereits verstärkt berücksichtigt (Krapp, 2003). Auch wenn schulisches Interesse in der Motivationsforschung im Vergleich zu Emotionen eine Sonderstellung einnimmt, lassen sich dennoch Parallelen zu State- und Trait-Emotionen ziehen: In vier Phasen der Interessensentwicklung nach Hidi und Renninger (2006) unterscheiden die Autorinnen bereits auf situationsspezifischer Ebene zwischen einer Anfangsphase (Aufmerksamkeit/Neugierde aufgrund der individuell wahrgenommenen Interessanztheit der Lernsituation bzw. -inhalte) und anhaltendem situationalen Interesse *während der Lernsituation*. Bereits Mitchell (1993) bezeichnete diese beiden Phasen mit „SI-Catch“, welche zu „SI-Hold“ in der entsprechenden Situation führen *kann*. Erst die wiederholte Aktivierung letzterer kann längerfristig zur Entwicklung eines individuellen Interesses beitragen. In der ersten Phase ist (spontanes) Interesse - wie auch andere positive Emotionen - von der Situation und der Tätigkeit beeinflusst. Lernumgebungen können so gestaltet werden, dass das situative Interesse der SchülerInnen gefördert wird (Schraw, Flowerday & Lehman, 2001; Schraw & Lehman, 2001; Prenzel, Artelt, Baumert, Blum, Hammann, Klieme & Pekrun, 2008) Zur *Aufrechterhaltung* situationalen Interesses (insbesondere nach unerwarteten Hindernissen oder Misserfolgen) spielen neben der *Eigentätigkeit* zunehmend personale Faktoren (z.B. der subjektive Umgang mit Fehlern, Relevanz/Fachvalenz) eine Rolle (vgl. Tulis, 2009; Hulleman & Harackiewicz, 2009).

Computerbasierte Individualisierung und Leistung

Vergleichbar mit Befunden aus Metaanalysen zu computerbasiertem Lernen für das Fach Mathematik (Kulik & Kulik, 1991) ergab sich eine mittlere Effektstärke für die Leistungssteigerung der SchülerInnen, wobei ein Novitätseffekt durch den Computer ausgeschlossen ist. MRM 2.0 erwies sich zur Förderung mathematischen Basiswissens (Grundrechenarten in Rechen- und vor allem in Textaufgaben) als wirksam und kann somit einen Beitrag zur individuellen Förderung nach dem Übertritt in die 5. Klasse leisten. Wird Defiziten in der mathematischen Grundbildung nicht von Beginn an gezielt entgegen

gewirkt, verstärken sie auch noch in höheren Jahrgangsstufen niedrige Leistungen (vgl. Moser-Opitz, 2007).

Der Einsatz des Programms im Unterricht bietet darüber hinaus weitere Vorteile. Der Lehrkraft bleibt zum Beispiel mehr Zeit, auf die SchülerInnen individuell einzugehen (vgl. Mandl, Gruber & Renkl, 1994). Gerade einfache Übungsprogramme können ohne viel Aufwand im schulischen Unterricht realisiert werden:

„[...] For some learning situations and for some curricula, using fancy programming techniques may be like using a shotgun to kill a fly. If a drill-and-practice environment is all that is required to attain a particular instructional goal, then that's what should be used.” (Shute & Psotka, 1996, S. 571).

Trotzdem zeigte die vorliegende Arbeit Verbesserungsmöglichkeiten für MRM 2.0 auf. Um den individuellen Bezug und die Aufmerksamkeit bzw. das Interesse der Lernenden zu erhöhen (z.B. Ross & Anand, 1987) werden in der nachfolgenden Version personalisierte Aufgaben (Ku, Harter, Liu, Thompson & Cheng, 2004; Ross & Morrison, 1993; Cordova & Lepper, 1997) in das Programm integriert. Dazu werden vorab in einem kurzen Fragebogen persönliche Angaben zu den SchülerInnen erhoben und z.B. Namen oder persönliche Interessen in die Aufgabentexte übernommen. Im Bereich der Textaufgaben könnten zudem vermehrt strukturorientierte Aufgaben (Reusser & Stern, 1997; Staub & Stern, 2002) mit alternativen Lösungsmöglichkeiten eingebaut werden.

Darüber hinaus wird die Feedbackfunktion durch gezielte Hilfen bei systematischen Fehlern erweitert. Denkbar wären in diesem Zusammenhang auch die Bereitstellung ausgearbeiteter Lösungsbeispiele (Große, 2005; Atkinson, Derry, Renkl & Wortham, 2000; Schworm & Renkl, 2006; Kalyuga, Ayres, Chandler & Sweller, 2003; Schwonke, Wittwer, Alevin, Salden, Krieg & Renkl, 2007) oder fehlerhafter Beispiele (z.B. ActiveMath: Melis, 2004; Melis et al., 2001) mit entsprechenden Hinweisen (z.B. Siegler, 2002; Curry, 2004). Allerdings zeigen Studien auch, dass leistungsschwache SchülerInnen mit geringem Vorwissen von der Darbietung ausschließlich korrekter Lösungsbeispiele (zumindest in frühen Phasen des Übens) mehr profitieren (vgl. Große & Renkl, 2007). Zudem scheint in späteren Phasen des Übens und Fertigkeitenerwerbs aktives Problemlösen bedeutsamer zu sein als das Lernen anhand ausgearbeiteter Beispiele (Renkl & Atkinson, 2003; Kalyuga, Ayres, Chandler & Sweller, 2003). Eine Visualisierung individueller Lernfortschritte zur stärkeren Betonung der individuellen Bezugsnorm sind geplant. Schließlich wird in technischer Hinsicht eine webbasierte Umsetzung des Programms angestrebt.

Zur Bedeutsamkeit langfristiger Effekte

In dem Einleitungstext der OECD (2004) zu den PISA-Ergebnissen der zweiten Erhebungswelle heißt es:

„Die meisten Kinder sind bei ihrer Einschulung bereit und willig, etwas zu lernen. Wie können Schulen diese Neigung fördern und stärken, und wie können sie sicherstellen, dass die jungen Erwachsenen die Schule mit der Motivation und der Fähigkeit verlassen, den Lernprozess ein ganzes Leben lang fortzusetzen?“ (OECD, 2004).

Bei der Erforschung von Bedeutung und Auswirkungen von Individualisierungsmaßnahmen (auch computerbasiert) dürfen nicht allein (kurzfristige) Effekte und nicht ausschließlich Leistungseffekte im Vordergrund stehen. Aus diesem Grund wurden in der vorliegenden Arbeit Auswirkungen auf das *emotionale Erleben* von SchülerInnen detailliert untersucht. Allerdings konnten keine langfristigen Veränderungen in der Motivation und den Emotionen geprüft werden.

SchülerInnen, die keinen Spaß am Lernen haben, *mit Misserfolgen nur schwer umgehen können und Angst davor haben, Fehler zu machen*, bringen denkbar schlechte Voraussetzungen für lebenslanges Lernen mit. Daher ist es notwendig, frühzeitig negativen Einstellungen und negativen habitualisierten Emotionen gegenüber schulischem Lernen entgegenzuwirken (Memorandum 2000). Selbstreguliertes Lernen erfordert die Regulation des Lernprozesses auf kognitiver, metakognitiver, motivationaler und auch emotionaler Ebene (Brunstein & Spörer, 2006; Boekaerts & Niemivirta, 2000).

Motivation zum Lernen kann auf verschiedene Weise gefördert werden (vgl. Urhahne, 2008). So kann der Wert einer Handlung oder die Wichtigkeit betont, positives emotionales Erleben bzw. die Regulation negativer Emotionen gefördert, die Selbstwirksamkeit bzw. das Fähigkeitsselbstkonzept gestärkt, die positive Funktion von Fehlern hervorgehoben oder durch mastery-orientiertes Feedback und Individualisierung die Lernzielorientierung von SchülerInnen gefördert werden (vgl. Schunk et al., 2007). Durch *computergestützte* Individualisierung kann eine deutlichere Trennung von Lern- und Leistungsphasen umgesetzt werden und unmittelbare Rückmeldung in einer „geschützten“ (vs. öffentlichen) Übungsumgebung erfolgen. Die Aktivität und damit verbundene Emotionen jedes Schülers/ jeder Schülerin können angeregt werden und die individuelle Kompetenzsteigerung (im Gegensatz zu sozialem Vergleich) stärker hervorgehoben werden.

Daneben ist es von Bedeutung, Lehrkräften entsprechende Handlungsanweisungen (vgl. TALK: Schober, Finsterwald, Wagner, Lüftenegger, Aysner & Spiel, 2007) und Hilfestellungen für den Unterricht zu geben, wie die *Aktivität* jedes Schülers/ jeder Schülerin gefördert und *Individualisierung* umgesetzt werden können, und dabei *positive Emotionen* im Fach Mathematik gefördert werden. Es ist wichtig, LehrerInnen auf „das Potenzial“ *tätigkeitsbezogener* Emotionen, wie Freude, Stolz oder situatives Interesse - insbesondere von leistungsschwachen SchülerInnen - hinzuweisen. In Hinblick auf positive Emotionen gilt nicht nur für das Unterrichtsfach Mathematik:

„Infektionen scheinen nach denselben Prinzipien abzulaufen wie sie auch das Lernen charakterisieren. [...] [Man] sollte sich stets bewusst sein, dass diejenigen Erreger die größte Chance haben, sich zu vermehren, deren Übertragung mit Lust verbunden ist. Dies gilt für den schulischen Lehrstoff genauso wie für andere Tröpfcheninfektionen.“ (Simon, 1997)

8 Literaturverzeichnis

- Abela, J.R.Z. & Seligman, M.E.P. (2000). The hopelessness theory of depression: A test of the diathesis-stress component in the interpersonal and achievement domains. *Cognitive Therapy and Research* 24, 361-378.
- Abele, A. (1995). Stimmung und Leistung. Göttingen: Hogrefe.
- Abele, A. (1996). Zum Einfluss positiver und negativer Stimmung auf die kognitive Leistung. In: J. Möller & O. Köller (Hrsg.), *Emotion, Kognition und Leistung*, 91-114. Weinheim: PVU.
- Abele, A. (1999). Motivationale Mediatoren von Emotionseinflüssen auf die Leistung: Ein vernachlässigtes Forschungsgebiet. In: M. Jerusalem & R. Pekrun (Hrsg.), *Emotion, Motivation und Leistung*, 31-50. Göttingen: Hogrefe.
- Ainley, M. (2006). Connecting with Learning: Motivation, Affect and Cognition in Interest Processes. *Educational Psychology Review*, 18(4), 391-405.
- Ainley, M.; Corrigan, M.; Richardson, N. (2005). Students, tasks and emotions: Identifying the contribution of emotions to students' reading of popular culture and popular science texts. *Learning and Instruction*, 15, 433-447.
- Ainley, M. & Hidi, S. & Berndorff, D. (2002). Interest, Learning and the Psychological Processes That Mediate Their Relationship. *Journal of Educational Psychology*, 94(3), 545-561.
- Ainley, M. & Patrick, L. (2006). Measuring self-regulated learning processes through tracking patterns of student interaction with achievement activities. *Educational Psychology Review*, 18(3), 267-286.
- Amelang, M.; Bartussek, D.; Stemmler, G. & Hagemann, D. (2006). Differentielle Psychologie und Persönlichkeitspsychologie, 6. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer.
- Ames C. (1984). Competitive, cooperative, and individualistic goal structures: A cognitive-motivational analysis. In: R. Ames & C. Ames (Eds.), *Research on motivation in education: Student motivation*, Vol. 1, 177-207. San Diego: Academic Press.
- Ames, C. (1992). Classrooms: Goals, structures, and student motivation. *Journal of Educational Psychology*, 84, 261-271.
- Ames, C. & Archer, J. (1988). Achievement goals in the classroom: Student's learning strategies and motivation processes. *Journal of Educational Psychology*, 80, 260-267.
- Anand, P. G., & Ross, S. M. (1987). Using computer-assisted instruction to personalize arithmetic materials for elementary school children., *Journal of Educational Psychology*, 79(1), 72-78.
- Anderman, E.M. & Midgley, C. (1997). Changes in achievement, goal orientations, perceived academic competence, and grades across the transition to middle-level schools. *Contemporary Educational Psychology*, 22, 269-298.
- Anderman, E.M. & Midgley, C. (2004). Changes in self-reported academic cheating across the transition from middle school to high school. *Contemporary Educational Psychology*, 29(4), 499-517.
- Anderman, E.M. & Wolters, C.A. (2006). Goals, Values, and Affect: Influences on Student Motivation. In: P. A. Alexander & P.H. Winne (Eds.), *Handbook of Educational Psychology*, 369-390. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Ass.
- Anderson, J.R. (2001). Kognitive Psychologie. Heidelberg: Springer.

- Anderson, J.R.; Corbett, A.T.; Koedinger, K. & Pelletier, R. (1995). Cognitive tutors: Lessons learned. *The Journal of Learning Sciences*, 4, 167-207.
- Anderson, J.R. & Lebiere, C.L. (2003). The Newell test for a theory of cognition. *Behavioral & Brain Science*, 26, 587-637.
- Anderson, J.R.; Reder, L.M. & Simon, H.A. (2000). Applications and misapplications of cognitive psychology to mathematics education. *Texas Educational Review*, 1, 29-49.
- Anderson, L.W. & Krathwohl, D.R. (Eds.), (2001). A taxonomy for Learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Addison Wesley Longman.
- Arbuckle, J. (2007). AMOS 16.0 User's Guide. Chicago, IL: SPSS Inc.
- Arnold, K. & Lindner-Müller, C. (2006). Übung. In: D. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*, 3. überarbeitete Aufl., 798-804. Weinheim: Beltz PVU.
- Aronson, J.; Fried, C. & Good, C. (2002). Reducing the effects of stereotype threat on African American college students by shaping theories of intelligence. *Journal of Experimental Social Psychology*, 38(2), 113-126.
- Arroyo, I.; Beck, J.E.; Schultz, K. & Woolf, B. (1999). Piagetian Psychology in Intelligent Tutoring Systems. *Paper presented at the Ninth International Conference on Artificial Intelligence in Education*, Le Mans: 19-23 July.
- Arroyo, I.; Beck, J.E.; Woolf, B.; Beal, C. & Schultz, K. (2000). Gender and Cognitive Differences in Learning with Respect to Hint Interactivity and Symbolism. *Paper presented at the Third International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, Montreal: 19-23 June.
- Artelt, C.; Demmrich, A. & Baumert, J. (2001). Selbstreguliertes Lernen. In: D. Pisa-Konsortium (Ed.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*.
- Aspinwall, L.G. (1998). Rethinking the role of positive affect in self-regulation. *Motivation and Emotion*, 22, 1-32.
- Assor, A.; Kaplan, H. & Roth, G. (2002). Choice is good but relevance is excellent: Autonomy affecting teacher behaviors that predict students' engagement in learning. *British Journal of Educational Psychology*, 72, 261-278.
- Astleitner, H. (2000). Designing emotionally sound instruction: The FEASP-approach. *Instructional Science*, 28, 169-198.
- Atkinson, J.W. (1957). Motivational determinants of risk-taking behavior. *Psychological Review*, 64, 359-372.
- Atkinson, J.W. (1964). An introduction to motivation. Princeton, NJ: Van Nostrand.
- Atkinson, R.K.; Derry, S.; Renkl, A. & Wortham, D.W. (2000). Learning from examples: Instructional principles from the worked examples research. *Review of Educational Research*, 70, 181-214.
- Atkinson, R.K. (2002). Optimizing learning from examples using animated pedagogical agents. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 416-427.
- Azevedo, R. & Bernard, R.M. (1995). A meta-analysis of the effects of feedback in computer-based instruction. *Journal of Educational Computing Research*, 13(2), 111-127.
- Baireuther, P. (1990). *Konkreter Mathematikunterricht*. Bad Salzdetfurth: Franzbecker.
- Baireuther, P. (2003). *Aufgabentypen im Sachrechnen*. *Unveröffentlichtes Manuskript*.
<http://mathematik.ph-weingarten.de/~baireuther/download/sachraufgabentypen.pdf>.
PH Weingarten.
- Bandura, A. (1986) *Social foundations of thought and action: a social cognitive Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: the exercise of control*. New York: Freeman.
- Bangert-Drowns, R.L.; Kulik, C.; Kulik, J.A. & Morgan, M.T. (1991). The instructional effect of feedback in test-like events. *Review of Educational Research*, 61, 213-238.
- Baptist, P. (2000). *Mathematikunterricht im Wandel*. Bericht vom 13.7.00 an die KMK Bonn.
- Baroody, A. J. & Dowker, A. (2003). *The Development of Arithmetic Concepts and Skills: Constructing Adaptive Expertise*. LEA: Mahwah.
- Baruk, S. (1989). *Wie alt ist der Kapitän? Über den Irrtum in der Mathematik*. Birkhäuser: Basel.
- Batinic, B. (2003). Internetbasierte Befragungsverfahren. *Österreichische Zeitschrift für Soziologie*, 28(4), 6-18.
- Batinic, B. & Bosnjak, M. (2000): Fragebogenuntersuchungen im Internet. In: B. Batinic (Hrsg.), *Internet für Psychologen*, 2. Aufl., 287-317. Göttingen: Hogrefe.
- Baumert, J.; Artelt, C.; Klieme, E.; Neubrand, M., Prenzel, M.; Schiefele, U.; Schneider, W.; Tillmann, K. & Weiß, M. (Hrsg.), (2003). *PISA 2000 - Ein differenzierter Blick auf die Länder der BRD. Zusammenfassung zentraler Befunde*. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Baumert, J.; Bos, W. & Lehmann, R. (Hrsg.) (2000). *TIMSS/III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn*. Opladen: Leske+Budrich.
- Baumert, J.; Klieme, E.; Neubrandt, M.; Prenzel, M.; Schiefele, U.; Schneider, W.; Stanat, P.; Tillmann, K.J. & Weiß, M. (Hrsg.), (2001). *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J. & Köller, O. (2000). Unterrichtsgestaltung, verständnisvolles Lernen und multiple Zielerreichung im Mathematik- und Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. In: J. Baumert, W. Bos & R. Lehmann (Hrsg.), *TIMSS/III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Band 2: Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe*, 271-315. Opladen: Leske+Budrich.
- Baumert, J.; Lehmann, R.; Lehrke, M.; Schmitz, B.; Clausen, M.; Hosenfeld, I.; Köller, O. & Neubrand, J. (1997). *TIMSS - Mathematischnaturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde*. Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J.; Roeder, P.M.; Sang, F. & Schmitz, B. (1986). Leistungsentwicklung und Ausgleich von Leistungsunterschieden in Gymnasialklassen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 32, 639-660.
- Baumert, J.; Roeder, P. M.; Gruehn, S.; Heyn, S.; Köller, O.; Rimmel, R.; Schnabel, K. & Seipp, B. (1996). *Bildungsverläufe und psychosoziale Entwicklung im Jugendalter (BIJU)*. In K.P. Treumann, G. Neubauer, R. Müller & J. Abel (Hrsg.), *Methoden und Anwendungen empirischer pädagogischer Forschung*, 170-180. Münster: Waxmann.
- Baumert, J. & Schürmer, G. (2001). *Familiäre Lebensverhältnisse, Bildungsbeteiligung und Kompetenzerwerb*. In: Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*, 323-410. Opladen: Leske+Budrich.
- Baumgartner, P. & Payr, S. (1994). *Lernen mit Software*. Innsbruck: Österreichischer Studien Verlag.
- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus (2009, März). *Intensivierungsstunden - Ein wertvolles Instrument zur individuellen Förderung am bayerischen Gymnasium*. München.

- Beal, C.R.; Beck, J.E.; Woolf, B.P. & Rae-Ramirez, M.A. (1998). Whale Watch: An Intelligent Model-Based Mathematics Tutoring System. In: J. Cuenca (Ed.), *Proceedings of the Fifteenth IFIP World Computer Congress*, 472-483, Vienna: Austrian Computer Society.
- Beal, C.R.; Woolf, B.P.; Beck, J.; Arroyo, I.; Schultz, K. & Hart, D.M. (2000). Gaining confidence in mathematics: Instructional technology for girls. In: *Proceedings of International Conference on Mathematics /Science Education and Technology*.
- Beck, E.; Guldemann, T. & Zutavern, M. (1995). *Eigenständig lernen*. St. Gallen: UVK Fachverlag für Wissenschaft und Studium.
- Becker, H.; Ravitz, J. & Wong, N.Y. (1999). Teacher and teacher directed student use of computers. Teaching, learning, and computing: National Survey Report Nr.3. Irvine, CA: Center for Research on Information Technology and Organizations, University of California Irvine.
- Bereby-Meyer, Y.; Assor, A. & Katz, I. (2004). Children's choice strategies: The effect of age and task demands. *Cognitive Development*, 19, 127-146.
- Berghaus, M. (1999). Student und interaktive Medien. Theoretische Überlegungen und empirische Befunde zur "AlphaBITisierung" der Hochschulen, *Medienpsychologie*, 11(4), 260-275.
- Biermann, H. (1994). Lehren und Lernen mit Computern. In: J. Petersen & G.B. Reiner (Hrsg.), *Lehren und Lernen im Umfeld neuer Technologien: Reflexionen vor Ort*, 123-141. Frankfurt a. M.: Lang.
- Blackwell, L.S.; Trzesniewski, K.H. & Dweck, C.S. (2003). Implicit Theories of Intelligence Predict Achievement Across an Adolescent Transition: A Longitudinal Study and an Intervention. *Child Development*, 78(1), 246-263.
- Bless, H. (1997). *Stimmung und Denken*. Bern: Hans Huber.
- Bless, H. & Fiedler, K. (1999). Förderliche und hinderliche Auswirkungen emotionaler Zustände auf die kognitiven Leistungen im sozialen Kontext. In: M. Jersusalem & R. Pekrun. *Emotion, Motivation und Leistung*, 9-30. Göttingen: Hogrefe.
- Bloom, B.S. (1985). Learning for Mastery. In: C.W. Fisher & D.C. Berliner (Eds.), *Perspectives in Instructional Time*, 75-93. New York: Longman.
- Blum, W. (2001). Was folgt aus TIMSS für Mathematikunterricht und Mathematiklehrerbildung? In: Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), *TIMSS - Impulse für Schule und Unterricht. Forschungsbefunde, Reforminitiativen, Praxisberichte und Video-Dokumente*. Bonn.
- Blum, W. (2000). Qualitätsentwicklung im Mathematikunterricht ... eine Folge von TIMSS? *Pädagogik*, 55, 23-26.
- Boekaerts, M. (1993). Being Concerned with Well-Being and with Learning. *Educational psychologist*, 28(2), 149-167.
- Boekaerts, M. (1997). Self-regulated learning. A new concept embraced by researchers, policy makers, educators, teachers, and students. *Learning and Instruction*, 7, 161-186.
- Boekaerts, M. (2001). Context sensitivity: activated motivational beliefs, current concerns and emotional arousal. In: S. Volet & S. Järvelä (Eds.), *Motivation in Learning Contexts: Theoretical Advances and Methodological Implications*, 17-31. New York: Pergamon - Elsevier Science.
- Boekaerts, M. (2002). The On-Line Motivation Questionnaire: A self-report instrument to assess students' context sensitivity. In: P.R. Pintrich & M.L. Maehr (Eds.), *Advances in motivation and achievement: New directions in measures and methods*, Vol. 12, 77-120. Amsterdam: JAI.

- Boekaerts, M., & Niemivirta, M. (2000). Self-regulation in learning: Finding a balance between learning goals and ego-protective goals. In: M. Boekaerts; P- R. Pintrich & M. Zeidner (Hrsg.), *Handbook of self-regulation*, 417-450. San Diego, CA: Academic Press.
- Bong, M. (2000). Cross- and Within-Domain Relations of Academic Motivation among Middle and High School Students: Self-Efficacy, Task-Value, and Achievement Goals. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*, New Orleans.
- Bong, M. & Clark, R. E. (1999). Comparison between self-concept and self-efficacy in academic motivation research. *Educational Psychologist*, 34, 139-153.
- Bönsch, M. (1993). Üben und Wiederholen im Unterricht, 2. erw. u. aktual. Aufl. München: Ehrenwirth.
- Bortz, J. (1999). Statistik für Sozialwissenschaftler, 5. Aufl. Berlin: Springer.
- Bortz, J. & Döring, N. (2002). Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler, 3. Aufl., Berlin: Springer.
- Bos, W.; Bonsen, M.; Baumert, J.; Prenzel, M.; Selter, C. & Walther, G. (Hrsg.), (2008). TIMSS 2007. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann.
- Brand, S.; Reimer, T. & Opwis, K. (2007). How do we learn in a negative mood? Effects of a negative mood on transfer and learning. *Learning and Instruction*, 17(1), 1-16.
- Bräu, K. (2005). Individualisierung des Lernens - Zum Lehrerhandeln bei der Bewältigung eines Balanceproblems. In: K. Bräu & U. Schwerdt (Hrsg.), *Heterogenität als Chance. Vom produktiven Umgang mit Gleichheit und Differenz in der Schule*, 129-149, Münster: LIT.
- Bräu, K. & Schwerdt, U. (Hrsg.) (2005). Heterogenität als Chance. Vom produktiven Umgang mit Gleichheit und Differenz in der Schule. Münster: LIT.
- Brosch, T. & Scherer, K. (2009). Komponenten-Prozess-Modell - Ein integratives Emotionsmodell. In: V. Brandstätter & J.H. Otto (Hrsg.), *Handbuch der Allgemeinen Psychologie - Motivation und Emotion*, Band 11, 446-456. Göttingen: Hogrefe.
- Brown, J.D., & Dutton, K.A. (1995). The thrill of victory, the complexity of defeat: Self-esteem and people's emotional reactions to success and failure. *Journal of Personality and Social Psychology*, 68, 712-722.
- Bruder, R. (2000). Problemlösen im Mathematikunterricht - ein Lernangebot für alle? *Mathematische Unterrichtspraxis*, 1, 2-11.
- Bruer, J. (1993). Schools for Thought: A Science of Learning in the Classroom. Cambridge: MIT Press.
- Brunstein, J.C. (1995). Motivation nach Misserfolg. Die Bedeutung von Commitment und Substitution. Göttingen: Hogrefe.
- Brunstein, J. C. & Gollwitzer, P. M. (1996). Effects of Failure on Subsequent Performance: The Importance of Self-Defining Goals, *Journal of Personality and Social Psychology*, 70, 395-407.
- Brunstein, J. C. & Spörer, N. (2006). Selbstgesteuertes Lernen. In: D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch der Pädagogischen Psychologie*, 3. Aufl., 677-685. Weinheim: Beltz.
- Bryan, T. & Bryan, J. (1991). Positive mood and math performance. *Journal of Learning Disabilities*, 24(8), 490-494.
- Budde, J. (2009). Mathematikunterricht und Geschlecht. Empirische Ergebnisse und pädagogische Ansätze. In: Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), *Bildungsforschung Band 30*. Bonn.

- Büeler, U. & Spychiger, M. (2000). Wenn der Körper mitredet... Körpersprache in der Fehlersituation. *Die Neue Schulpraxis*, 1, 12-13.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) (2008). Rahmenprogramm zur Förderung der empirischen Bildungsforschung. Bildungsforschung Band 22, Bonn, Berlin: BMBF.
- Bundschuh, K. (1998). Emotionalität, Motivation und Lernen. In: M. Greisbach, U. Kulik & E. Souvignier (Hrsg.), *Von der Lernbehindertenpädagogik zur Praxis schulischer Lernförderung*, 81-90. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Burton, L. (1987). From Failure To Success: Changing the Experience of Adult Learners of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 18, 305-316.
- Butler, D.L. & Winne, P.H. (1995). Feedback and self regulated learning: A theoretical synthesis. *Review of Educational Research*, 65, 245-281.
- Butler, R. (1998). Determinants of help seeking: relations between perceived reasons for classroom help-avoidance and help-seeking behaviours in an experimental context. *Journal of Educational Psychology*, 90(4), 630-644.
- Butler, R. (2006). An achievement goal perspective on student help seeking and Teacher help giving in the classroom: theory, research, and educational implications. In: S. Karabenick & R. Newman (Eds.), *Help seeking in academic settings: Goals, groups and contexts*, 17- 34: New York: Erlbaum.
- Butler, R. & Shibaz, L. (2008). Achievement goals for teaching as predictors of students' perceptions of instructional practices and students' help seeking and cheating. *Learning and Instruction*, 18(5), 453-467.
- Carr, M. (1996). Metacognitive, motivational, and social influences on mathematics strategy use. In: M. Carr (Ed.), *Motivation in mathematics*, 89-111. Cresskill, NJ: Hampton.
- Carroll, J.B. (1989). The Carroll Model: A 25-Year Retrospective and Prospective View. *Educational Researcher*, 18, 26-31.
- Carver, C.S., Lawrence, J.W., & Scheier, M.F. (1996). A control-process perspective on the origins of affect. In: L.L. Martin & A. Tesser (Eds.), *Striving and feeling: Interactions between goals and affect*, 11-52. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Carver, C.S. & Scheier, M.F. (1990). Origins and functions of positive and negative affect: A control-process view. *Psychological Review*, 97, 19-35.
- Casey, D.P. (1978). Failing students: a strategy of error analysis. In: P. Costello (Ed.), *Aspects of Motivation*, 295-306. Melbourne: Mathematical Association of Victoria.
- Catsambis, S. (1994). The path to math: Gender and racial-ethnic differences in mathematics participation from middle school to high school. *Sociology of Education*, 67, 199-215.
- Chin, W.W. (1998). The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling. In: G.A. Marcoulides (Hrsg.), *Modern Methods for Business Research*, 295-336. Mahwah, NJ.
- Chin, W.W. & Newsted, P.R. (1999). Structural Equation Modeling Analysis With Small Samples Using Partial Least Squares. In: R.H. Hoyle (Hrsg.), *Strategies for Small Sample Research*, 307-341. Thousand Oaks, CA.
- Chott, P.O. (1999). Ansätze zur Förderung einer "Fehlerkultur". Lernförderung in der Schule durch Fehlerprophylaxe und Fehlermanagement. *PÄDForum*, 3, 238-248.
- Clements, M.A. (1980). Analyzing children's errors on written mathematical tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 11(1), 1-21.

- Clifford, M.M.; Kim, A.; McDonald, B. (1988). Responses to Failure as Influenced by Task Attribution, Outcome Attribution and Failure Tolerance. *Journal of Experimental Education*, 57(1), 19-37.
- Clore, G.L.; Schwarz, N. & Conway, M. (1994). Affective causes and consequences of social information processing. In: R.S. Wyer & T.K. Srull (Eds.), *Handbook of social cognition*, Vol. 1, 323-418. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cobb, P.; Stephan, M.; McClain, K. & Gravemeijer, K. (2001). Participating in classroom mathematical practices. *Journal of the Learning Sciences*, 10(1/2), 113-163.
- Cobb, P.; Yackel, E. & Wood, T. (1989). Young children's emotional acts while doing mathematical problem solving. In: D.B. McLeod & V.M. Adams (Eds.), *Affect and mathematical problem solving: A new perspective*, 117-148. New York: Springer.
- Collins, M.; Carnine, D. & Gersten, R. (1987). Elaborated corrective feedback and the acquisition of reasoning skills: A study of computer-assisted instruction. *Exceptional Children*, 54, 254-262.
- Cooper, H.; Lindsay, J.J.; Nye, B. & Greathouse, S. (1998). Relationships among attitudes about homework, amount of homework assigned and completed, and student achievement. *Journal of Educational Psychology*, 90, 70-83
- Cooper, H. & Valentine, J. C. (2001). Using research to answer practical questions about homework. *Educational Psychologist*, 36 (3), 143 - 153.
- Corbett, A.T. & Anderson, J.R. (2001). Locus of feedback control in computer-based tutoring: Impact on learning rate, achievement and attitudes. In: *Proceedings of ACM CHI'2001 Conference on Human Factors in Computing Systems*, 245-252.
- Cordova, D.I. & Lepper, M.R. (1996). Intrinsic motivation and the process of learning: Beneficial effects of contextualisation, personalization, and choice. *Journal of Educational Psychology*, 88, 715-730.
- Corno, L. & Snow, R.E. (1986) Adapting teaching to individual difference among learners. In: M.C. Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching*; 605-629. New York: Macmillan.
- Covington, M. & Omelich C.L. (1979). The double-edged sword in school achievement. *Journal of Educational Psychology*, 71(2), 169-182.
- Craig, S.D.; Gholson, B. & Driscoll, D.M. (2002). Animated pedagogical agents in multimedia educational environments: Effects of agent properties, picture features, and redundancy. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 428-434.
- Crespo, S. (2002). Praising and correcting: prospective teachers investigate their teacherly talk. *Teaching and Teacher Education*, 18, 739-758.
- Cronbach, L.J. & Snow, R.E. (1977). Aptitudes and instructional methods: a handbook for research on interactions. New York: Irvingston.
- Csikszentmihalyi, M. (1975/2000). *Beyond Boredom and Anxiety*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Csikszentmihalyi, M. (1993). *Das Flow-Erleben. Jenseits von Angst und Langeweile im Tun aufgehen*. 5. Aufl. Stuttgart: Klett.
- Csikszentmihalyi, M.; Abuhamdeh, S. & Nakamura, J. (2005). Flow. In: A.J. Elliot & C.S. Dweck (Eds.), *Handbook of competence and motivation*, 598-608. New York: Guilford.
- Csikszentmihalyi, M.; Rathunde, K. & Whalen, S. (1993). *Talented teenagers: The roots of success and failure*. New York: Cambridge University Press.

- Curry, L. A. (2004). The effects of self-explanations of correct and incorrect solutions on algebra problem-solving performance. In: Forbus D. Genter & T. Regier (Eds.), *Proceedings of the twenty-sixth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 1548. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Cury, F., Elliot, A.J., Fonseca, D.D., Moller, A.C. (2006). The Social-Cognitive Model of Achievement Motivation and the 2 x 2 Achievement Goals Framework. *Journal of Personality and Social Psychology*, 90(4), 666-679.
- Daniels, Z. (2008). Entwicklung schulischer Interessen im Jugendalter. Münster: Waxmann.
- Davis, R.B. (1992). Reflections on where mathematics Education now stands and on where it may be going. In: D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 724-734, New York: Macmillan Publishing Company.
- De Bellis, V.A. & Goldin, G.A. (2006). Affect and Meta-Affect in Mathematical Problem Solving: A Representational Perspective. *Educational Studies in Mathematics*, 63, 131-147.
- Deci, E.L. (1972). Intrinsic motivation, extrinsic reinforcement, and inequity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 22(1), 113-120.
- Deci, E.L. & Ryan, R.M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11, 227-268.
- DeCorte, E. (2003). Designing learning environments that foster the productive use of acquired knowledge and skills. In: E. DeCorte; L. Verschaffel; N. Entwistle & J.J.G. Merrienboer (Eds.), *Powerful learning environments: unravelling basic components and dimensions*, 21-33. Amsterdam: Pergamon.
- De Jong, R, Westerhof, KJ. & Creemers, B.P.M. (2000). Homework and student math achievement in junior high schools. *Educational Research and Education*, 6 (2), 130-157.
- Dempsey, J.; Driscoll, M.P. & Swindell, L.K. (1993). Text-based feedback. In: J. Dempsey & G. Sales (Eds.), *Interactive instruction and feedback*, 21-54. Englewood, NJ: Educational Technology.
- DeCharms, R. (1973). Ein schulisches Trainingsprogramm zum Erleben eigener Verursachung. In: W. Edelstein & D. Hopf (Hrsg.), *Bedingungen des Bildungsprozesses*. Stuttgart: Klett.
- Depaepe, F.; De Corte, E. & Verschaffel, L. (2006). The culture of the mathematics classroom: a complex determinant of students' learning.. In: J. Elen & R. Clark (Eds.), *Handling complexity in learning environments. Theory and Research. Advances in learning and instruction series*, 89-106. Amsterdam: Elsevier.
- Dickhäuser, O. & Stiensmeier-Pelster, J. (2000). Geschlechtsunterschiede im Lern- und Leistungsverhalten am Computer: Ein theoretischer Rahmen. In: F. Försterling; J. Stiensmeier-Pelster. & L.M. Silny (Hrsg.), *Kognitive und emotionale Aspekte der Motivation*, 53-76, Göttingen: Hogrefe.
- Diener, E. (2000). Subjective Well-being. The science of happiness and a proposal for a national index. *American Psychologist*, 55(1), 34-43.
- Diener, C.I. & Dweck, C.S. (1980). An analysis of learned helplessness: (II) The processing of success. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 940-952.
- Ditton, H. & Kreckler, L. (1995). Qualität von Schule und Unterricht: Empirische Befunde zu Fragestellungen und Aufgaben der Forschung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41, 507-529.
- Do, S. & Schallert, D. (2004). Emotions and classroom talk: Toward a model of the role of affect in students' experiences of classroom discussions. *Journal of Educational Psychology*, 96(4), 619-634.

- Doignon, J.P. & Falmagne, J.C. (1985). Spaces for the assessment of knowledge. *International Journal of Man-Machine Studies*, 23, 175-196.
- Doll, J. & Prenzel, M. (2002). Einleitung in das Beiheft. In: M. Prenzel & J. Doll (Hrsg.). *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen*, 45. *Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik*. Weinheim: Beltz.
- Doll, J. & Prenzel, M. (Hrsg.) (2004). *Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung*. Münster: Waxmann.
- Domagk, S. (2008). Pädagogische Agenten in multimedialen Lernumgebungen. *Empirische Studien zum Einfluss der Sympathie auf Motivation und Lernerfolg, Wissensprozesse und digitale Medien- Band 9*. Berlin: Logos.
- Dörner, D. & Stäudel, T. (1990). Emotion und Kognition. In: K. Scherer (Hrsg.), *Psychologie der Emotion. Enzyklopädie der Psychologie, C/ IV(3)*, 293-344. Göttingen: Hogrefe.
- Dossey, J.A.; Mullis, I.V.S.; Lindquist, M.M. & Chambers, D.L. (1988). *The mathematics report card. Are we measuring up?* Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Doyle, W. (1986). Classroom organization and management. In: Wittrock, M.C. (Ed.) *Handbook of Research on Teaching*, 4th Edition. New York: MacMillan Publishing.
- Dreesmann, H. (1980). Unterrichtsklima als Bedingung für Lernmotivation. *Unterrichtswissenschaft*, 3, 243 - 251.
- Dreesmann, H. (1994). Zur Psychologie der Lernumwelt. In B. Weidenmann; A. Krapp; M. Hofer; G. L. Huber & H. Mandl (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie*, 447- 492. Weinheim: Beltz.
- Dresel, M. (2004). *Motivationsförderung im schulischen Kontext*. Göttingen: Hogrefe.
- Dresel, M. & Ziegler, A. (2006). Langfristige Förderung von Fähigkeitsselbstkonzept und impliziter Fähigkeitstheorie durch computerbasiertes attributionales Feedback. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(1/2), 49-63.
- Duda, J. L. & Nicholls, J. G. (1992). Dimensions of achievement motivation in schoolwork and sport. *Journal of Educational Psychology*, 89, 290-299.
- Duncker, K. (1935). *Zur Psychologie des produktiven Denkens* (Neudruck 1974). Berlin: Springer.
- Dutton, W.H. & Blum, M.P. (1968). The measurement of attitudes toward arithmetic with a Likert-type test. *Elementary School Journal*, 68, 259-264.
- Dutton, K.A. & Brown, J.D. (1997). Global self-esteem and specific self-views as determinants of people's reactions to success and failure. *Journal of Personality and Social Psychology*, 73, 139-148.
- Dweck, C. (1986). Motivational processes affecting learning. *American Psychologist*. 41(10), 1040-1048.
- Dweck, C.S. (1999). *Self-Theories: Their role in motivation, personality, and development*. Philadelphia: The Psychology Press.
- Dweck, C.S. & Leggett, E.L. (1988). A social-cognitive approach to motivation and personality. *Psychological Review*, 95, 256-273.
- Dweck, C.S.; Mangels, J.A. & Good, C. (2004). Motivational effects on attention, cognition and performance. In: D.Y. Dai & R.J. Sternberg (Eds.), *Motivation, emotion and cognition: Integrative perspectives on intellectual functioning and development*, 41-55. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Ass.
- Eccles, J.S. & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53, 109-132.

- Eccles, J.S.; Wigfield, A. & Schiefele, U. (1998). Motivation to succeed. In: N. Eisenberg (Ed.), *Handbook of child psychology: Social, emotional, and personality development*, Vol. 3. New York: Wiley.
- Eder, F. (1991). Die Landauer Skalen zum Sozialklima (Lasso). Testbesprechung. *Diagnostica*, 37(1), 79-82.
- Eder, F. (1996). Schul- und Klassenklima. Innsbruck: Studienverlag.
- Eder, F. & Mayr, J. (2000). Linzer Fragebogen zum Schul- und Klassenklima für die 4.-8. Klassenstufe (LFSK 4-8). Göttingen: Hogrefe.
- Efklides, A. (2001). Metacognitive experiences in problem solving; Cognition, affect, and self-regulation. In: A. Efklides, J. Kuhl & R. Sorrentino (Eds.), *Trends and prospects in motivation research*, 297-323. Dordrecht, NL: Kluwer.
- Efklides, A. & Petkaki, C. (2005). Effects of mood on students' metacognitive experiences. *Learning and Instruction*, 15, 415-431.
- Ekman, P. (1988). Die Messung der Gesichtsbewegungen mit Hilfe des Facial Action Coding System (FACS). In: M. von Salisch (Hrsg.), *Gesichtsausdruck und Gefühl: 20 Jahre Forschung von Paul Ekman*. Paderborn: Junfermannsche Verlagsbuchhandlung, 181-223.
- Ekman, P. (1993). An Argument of Basic Emotions. *Cognition and Emotion*, 6(3/4), 169-200.
- Ekman, P. (2004). Gefühle lesen. Wie Sie Emotionen erkennen und richtig interpretieren. München: Spektrum.
- Ekman, P. & Friesen, W.V. (1978). The Facial Action Coding System (FACS): A Technique for the Measurement of Facial Action. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Elliot, E.S. & Church, M.A. (1997). A hierarchal model of approach and avoidance achievement motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72, 218-232.
- Elliot, A.J., & Covington, M.V. (2001). Approach and avoidance motivation. *Educational Psychology Review*, 13, 73-92.
- Elliot, E.S. & Dweck, C.S. (1988). Goals: An approach to motivation and achievement. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 5-12.
- Elliot, A.J., & Dweck, C.S. (Eds.) (2005). Handbook of competence and motivation. New York: Guilford.
- Elliot, A.J. & McGregor, H.A. (2001). A 2x2 Achievement Goal Framework. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(3), 501-519.
- Elliot, A. J., McGregor, H.A. & Gable, S. (1999). Achievement goals, study strategies, and exam performance: A mediational analysis. *Journal of Educational Psychology*, 91, 549 -563.
- Ellis, H.C. & Ashbrook, P.W. (1988). Resource allocation model of the effects of depressed mood states on memory. In: K. Fiedler & J. Forgas (Eds.). *Affect, cognition and social behaviour*, 25-43. Toronto: Hogrefe & Huber.
- Ellsworth, P.C., & Scherer, K.R. (2003). Appraisal processes in emotion. In: R.J. Davidson, H. Goldsmith, & K.R. Scherer (Eds.), *Handbook of Affective Sciences*. New York: Oxford University Press.
- Else-Quest, N.M.; Hyde, J.S. & Hejmadi, A. (2008). Mother and child emotions during mathematics homework. *Mathematical Thinking and Learning*, 10(1), 5-35.
- Engel, U. (1998). Einführung in die Mehrebenenanalyse. Grundlagen, Auswertungsverfahren und praktische Beispiele. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Evans, J.; Morgan, C. & Tsatsaroni, A. (2006). Discursive positioning and emotion in school mathematics practices. *Educational Studies in Mathematics*, 63, 209-226.

- Everson, H.T.; Tobias, S.; Hartmann, H. & Gourgey, A. (1993). Test anxiety and the curriculum: The subject matters. *Anxiety, Stress and Coping: An International Journal*, 6(1), 1-8.
- Eysenck, M.W. (1988). Anxiety and attention. *Anxiety Research*, 1, 9-15.
- Farrell, E. & Dweck, C.S. (1985). The role of motivational processes in transfer of learning. Unpublished manuscript. New York: Columbia University.
- Farquhar, J.D. (1995). A Summary Of Research With The Console-Operations Tutor: LOADER. <http://intro.base.org/docs/loader> [11.10.2007].
- Fassott, G. (2005). Die PLS-Pfadmodellierung: Entwicklungsrichtungen, Möglichkeiten, Grenzen. In: F. Bliemel, A. Eggert, G. Fassott & J. Henseler (Hrsg.), *Handbuch PLS-Pfadmodellierung. Methode, Anwendung, Praxisbeispiele*, 19-29. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Fayol, M.; Abdi, H. & Gombert, J.E. (1987). Arithmetic problems formulation and working memory load. *Cognition and Instruction*, 4, 187-202.
- Fend, H. (1997). Der Umgang mit der Schule in der Adoleszenz. Aufbau und Verlust von Lernmotivation, Selbstachtung und Empathie. Bern: Huber.
- Fengfeng, K. (2006). Classroom Goal Structures for Educational Math Game Application. *Proceedings of the 7th International Conference on Learning Sciences*, 314-320.
- Fennema, E. (1989). The Study of Affect and Mathematics: A Proposal Generic Model for Research. In: D.B. McLeod & V.M. Adams (Eds.), *Affect and mathematical problem solving: A new perspective*, 205-219. New York, Springer.
- Fennema, E. & Hart, L.E. (1994). Gender and the JRME. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(6), 648-659.
- Feulner, M. (2007). Die Emotion Freude im Kontext der Mathematik: Eine Längsschnittstudie, durchgeführt an bayerischen Gymnasien im ersten Halbjahr der 5. Jahrgangsstufe. *Unveröffentlichte Zulassungsarbeit*. Universität Bayreuth.
- Fichten, W. (1993). Unterricht aus Schülersicht. Frankfurt: Lang.
- Finsterwald, M. (2006). Motivation und Schulübergang. Bedingungsfaktoren eines erfolgreichen Übergangs auf weiterführende Schulen. Berlin: Logos.
- Fischer, P.M. & Mandl, H. (1988). Improvement of the Acquisition of Knowledge by Informing Feedback. In: H. Mandl & A. Lesgold (Eds.), *Learning Issues for Intelligent Tutoring Systems*, 187-241. New York: Springer.
- Fischer, F. & Mandl, H. (2002): Lehren und Lernen mit neuen Medien. In: R. Tippelt (Hrsg.), *Handbuch Bildungsforschung*, 623-637. Opladen: Leske+Budrich.
- Fischer, N. & Rustemeyer, R. (2007). Motivationsentwicklung und schüler-perzipiertes Lehrkraftverhalten im Mathematikunterricht. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 21(2), 135-144.
- Fletcher, J.D. & Atkinson, R.C. (1972). An evaluation of the Stanford CAI program in initial reading. *Journal of Educational Psychology*, 63, 597-602.
- Flowerday, T.; Schraw, G. & Stevens, J. (2004). The Role of Choice and Interest in Reader Engagement. *The Journal of Experimental Education*, 72(2), 93-114.
- Forbus, K. D. & Feltoovich, P. J. (Ed.) (2001). Smart Machines in Education. Menlo Park: AAAI Press.
- Forgas, J.P. (2001). Handbook of affect and social cognition. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Forgasz, H.J., & Leder, G.C. (2005). Mathematics teachers: A study of life inside school and beyond. In: P. Clarkson; A. Downton; D. Gronn; M. Horne; A. McDonough; R. Pierce & R. Roche (Eds.), *Building connections: Research, theory and practice*, 361-368. Sydney: Mathematics Education Research Group of Australasia, Inc.
- Fredrickson, B.L. (1998). What good are positive emotions? *Review of General Psychology*, 2, 300-319.
- Fredrickson, B.L. (2001). The Role of Positive Emotions in Positive Psychology. The Broaden-and-Build Theory of Positive Emotions. *American Psychologist*, 56, 216-226.
- Frenzel, A.; Götz, T. & Pekrun, R. (2008). Ursachen und Wirkungen von Lehreremotionen: Ein Modell zur reziproken Beeinflussung von Lehrkräften und Klassenmerkmalen. In: M. Gläser-Zikuda & J. Seifried (Hrsg.), *Lehrerexpertise. Analyse und Bedeutung unterrichtlichen Handelns*, 187-209. Münster: Waxmann.
- Frenzel, A.C.; Jullien, S. & Pekrun, R. (2006). „Thomas hat 60 Euro gespart...“ oder „ $1/4x + 60 = x$ “: Freude und Angst beim Bearbeiten von Text- und Rechenaufgaben. *Mathematik Lehren*, 52, 57-59.
- Frenzel, A.; Pekrun, R. & Götz, T. (2007a). Perceived learning environment and students' emotional experiences: A multilevel analysis of mathematics classrooms. *Learning and Instruction*, 17, 478-493.
- Frenzel, A.C.; Pekrun, R. & Götz, T. (2007b). Girls and mathematics - A hopeless issue? A control-value approach to gender differences in emotions towards mathematics. *European Journal of Psychology of Education*, 22(4), 497-514.
- Frey, K. (1989). Effekte der Computernutzung im Bildungswesen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 35, 637-656.
- Friedrich, H.F. & Mandl, H. (1997). Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens. In: F.E. Weinert & H. Mandl (Hrsg.), *Psychologie der Erwachsenenbildung*, 237-293. Göttingen: Hogrefe.
- Frijda, N.H. (1993). Mood, emotion episodes, and emotions. In: M. Lewis & J.M. Haviland (Eds.), *Handbook of emotions*, 381-403. New York: Guilford Press.
- Fuchs, L.S.; Fuchs, D.; Prentice, K.; Burch, M.; Hamlett, C.L.; Owen, R. et al. (2003). Explicitly teaching for transfer: Effects on third-grade students' mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 95(2), 293-304.
- Fuchs, L.S.; Fuchs, D.; Stuebing, K.; Fletcher, J.M.; Hamlett, C.L. & Lambert, W. (2008). Problem Solving and Computational Skill: Are They Shared or Distinct Aspects of Mathematical Cognition? *Journal of Educational Psychology*, 100(1), 30-47.
- Fuß, S. (2006). Familie, Emotionen und Schulleistung. Eine Studie zum Einfluss des elterlichen Erziehungsverhaltens auf Emotionen und Schulleistungen von Schülerinnen und Schülern. Münster: Waxmann.
- Gage, L. & Berliner, D.C. (1986). *Pädagogische Psychologie*, 4. Aufl. Weinheim: Beltz.
- Gagné, R.M. (1962). The acquisition of knowledge. *Psychological Review*, 69, 355-365.
- Gasteiger-Klicpera, B. & Klicpera, C. (1998). *Ambulante schulische Hilfen für verhaltensauffällige Kinder und Jugendliche*. Innsbruck-Wien: Studien Verlag.
- Geary, D.C. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114, 345-362.
- Geary, D.C.; Hoard, M.K.; Byrd-Craven, J. & DeSoto, M.C. (2004). Strategy choices in simple and complex addition: Contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88, 121-151.

- Geary, D.C. & Widaman, K.F. (1992). Numerical cognition: On the convergence of componential and psychometric models. *Intelligence*, 16, 47-80.
- Gediga G. und Kuhnt T. (1998). Praktische Methodenlehre. [09.06.2008] <http://www.psych.uni-osnabrueck.de/ggediga/www/pm98>
- Geering, P. (1995). Aus Fehlern lernen im Mathematikunterricht. In: E. Beck; T. Guldimann & M. Zutavern, (Hrsg.) *Eigenständig lernen*, 59-70. St. Gallen: UVK.
- Gendolla, G.H.E. (1999). Self-relevance of performance, task difficulty, and task engagement assessed as cardiovascular response. *Motivation and Emotion*, 23, 45-66.
- Gendolla, G.H.E. (2003). Mood effects on effort mobilization in learning: Theory and experimental evidence. In: P. Mayring & C. von Rhoeneck (Eds.), *Learning emotions: The influence of affective factors on classroom learning*, 29-46. Bern: Peter Lang.
- Gellert, U. (1998). Von Lernerfahrungen zu Unterrichtskonzeptionen - Eine soziokulturelle Analyse von Vorstellungen angehender Lehrerinnen und Lehrer zu Mathematik und Mathematikunterricht. Berlin: Verlag für Wissenschaft und Forschung.
- Gläser-Zikuda, M. & Mayring, P. (2003). A qualitative oriented approach to learning emotions at school. In: P. Mayring & C. von Rhoeneck (Eds.), *Learning emotions: The influence of affective factors on classroom learning*, 103-126. Berlin: Peter Lang.
- Gläser-Zikuda, M. & Fuß, S. (2004). Wohlbefinden von Schülerinnen und Schülern im Unterricht. In: T. Hascher (Hrsg.), *Schule positiv erleben. Ergebnisse und Erkenntnisse zum Wohlbefinden von Schülerinnen und Schülern*, 27-48. Bern: Haupt.
- Gläser-Zikuda, M.; Fuß, S.; Laukenmann, M.; Metz, K. & Randler, C. (2005). Promoting students' emotions and achievement - Instructional design and evaluation of the ECOLE-approach. *Learning and Instruction*, 15(5), 481-495.
- Goldin, G. (2003). Affect, Meta-Affect, and Mathematical Belief Structures. In: G.C. Leder, E. Pehkonen & G. Törner (Eds.), *Beliefs: A Hidden Variable in Mathematics Education?* 59-72. Dordrecht, NL: Kluwer Academic Publishers.
- Goldin, G. (2004). Affect as a system of representation and communication. In: M. Hannula, J. Evans, G. Philippou & R. Zan, *Affect in Mathematics Education - Exploring Theoretical Frameworks*. Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol. 1, 107-136.
- Goldstein, H. (2003). Multilevel statistical models. London: Hodder Arnold.
- Gottfried, A.E. (1982). Relationships between academic intrinsic motivation and anxiety in children and young adolescents. *Journal of School Psychology*, 20, 205-215.
- Gottfried, A.E.; Fleming, J.S. & Gottfried, A.W. (2001). Continuity of academic intrinsic motivation from childhood through late adolescence: A longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 39, 3-13.
- Götz, T. (2004). Emotionales Erleben und selbstreguliertes Lernen bei Schülern im Fach Mathematik. München: Utz.
- Götz, T. & Frenzel, A. (2005). Über- und Unterforderungslangweile im Mathematikunterricht. München: Ludwig-Maximilians-Universität.
- Götz, T.; Frenzel, A.C. & Haag, L. (2006). Ursachen von Langeweile im Unterricht. *Empirische Pädagogik*, 20(2), 113-134.

- Götz, T.; Frenzel, A.C.; Hall, N.C. & Pekrun, R. (2008). Antecedents of academic emotions: Testing the internal/external frame of reference model for academic enjoyment. *Contemporary Educational Psychology*, 33(1), 9-33.
- Götz, T.; Frenzel, A.C.; Pekrun, R.; Hall, N.C. & Lüdtke, O. (2007). Between- and within-domain relations of students' academic emotions. *Journal of Educational Psychology*, 99(4), 715-733.
- Goetz, T.; Frenzel, A.C.; Stoeger, H. & Hall, N.C. (in press). Antecedents of everyday positive emotions: An experience sampling analysis. *Motivation and Emotion*.
- Götz, T.; Pekrun, R.; Zirngibl, A.; Jullien, S.; Kleine, M.; Vom Hofe, R. & Blum, W. (2004). Leistung und emotionales Erleben im Fach Mathematik. Längsschnittliche Mehrebenenanalysen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 18 (3/4), 201-212.
- Götz, T.; Zirngibl, A.; Pekrun, R. & Hall, N. (2003). Emotions, learning and achievement from an educational-psychological perspective. In: P. Mayring & C. von Rhoebeck (Eds.), *Learning emotions: The influence of affective factors on classroom learning*. Berlin: Peter Lang.
- Gräsel, C. & Parchmann, I. (2004). Implementationsforschung - oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern. *Unterrichtswissenschaft*, 32(3), 196-214.
- Grommelt, U. (1991). Zusammenhänge zwischen kognitiven Schülermerkmalen, Unterrichtscharakteristika und Schülerleistungen. Unveröffentlichte Dissertation, Universität Heidelberg.
- Gross, J.J. (1998). Antecedent- and response-focused emotion regulation: Divergent consequences for experience, expression, and physiology. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 224-237.
- Gross, J.J. (2002). Emotion regulation: Affective, cognitive, and social consequences. *Psychophysiology*, 39, 281-291.
- Große, C.S. & Renkl, A. (2007). Finding and fixing errors in worked examples: Can this foster learning outcomes? *Learning and Instruction*, 17, 612-634.
- Große, C. S. (2005). Lernen mit multiplen Lösungsbeispielen. Münster: Waxmann.
- Gruehn, S. (2000). Unterricht und schulisches Lernen: Schüler als Quellen der Unterrichtsbeschreibung. Münster: Waxmann.
- Gustaffson, J.E. & Balke, G. (1993). General and specific abilities as predictors of school achievement. *Multivariate Research*, 28, 391-405.
- Haag, L. (1991). *Hausaufgaben am Gymnasium. Eine empirische Studie*. Weinheim: Dt. Studien Verlag.
- Haag, L. (2001). Hält Nachhilfeunterricht, was er verspricht? Eine Evaluierungsstudie. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 15, 38-44.
- Hamaker, C. (1986). The Effects of Adjunct Questions on Prose Learning. *Review of Educational Research*, 56(2), 212-242.
- Haider, G.; Eder, F.; Specht, W.; Spiel, C. & Wimmer, M. (2005). Abschlussbericht der Zukunftskommission (Kurzfassung). Österreichisches Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur. Wien.
- Hancock, D.R. (2003). Influencing Students' Achievement in Eighth Grade German and U.S. Classrooms. In: P. Mayring & C. von Rhoebeck (Eds.), *Learning emotions: The influence of affective factors on classroom learning*, 143-157. Berlin: Peter Lang.
- Hannula, M.S. (2002). Attitude towards mathematics: Emotions, expectations and values. *Educational Studies in Mathematics*, 49(1), 25-46.

- Hannula, M.S. (2006). Motivation in Mathematics: Goals reflected in emotions. *Educational Studies in Mathematics*, 63, 165-178.
- Hannula, M.; Evans, J., Philippou, G., Zan, R. (2004). Affect in Mathematics Education - Exploring Theoretical Frameworks. *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 1, 107-136.
- Hänze, M. (2003). Productive functions of emotions in classroom learning. In: P. Mayring & C. von Rhoeneck, *Learning emotion: The influence of affective factors on classroom learning*, 185-194. Berlin: Peter Lang.
- Harackiewicz, J.M. ; Barron, K.E. & Elliot, A.J. (1998). Rethinking achievement goals: When are they adaptive for college students and why? *Educational Psychologist*, 33, 1 - 21.
- Harackiewicz, J.M.; Barron, K.E.; Tauer, J.M. & Elliot, A. J. (2002). Predicting success in college: A longitudinal study of achievement goals and ability measures as predictors of interest and performance from freshman year through graduation. *Journal of Educational Psychology*, 94(3), 562-575.
- Hart, L.E. (1989). Describing the Affective Domain: Saying What We Mean. In: D.B. McLeod, & V.M. Adams (Eds.), *Affect and Mathematical Problem Solving*, 37- 88. New York: Springer.
- Hascher, T. (2003). Well-being in school - why students need social support. In: P. Mayring & C. von Rhöneck (Eds.), *Learning Emotions - The influence of affective factors on classroom learning*, 127-142. Bern u.a.: Lang.
- Hascher, T. (2004). *Wohlbefinden in der Schule*. Münster: Waxmann.
- Hascher, T. & Bischof, F (2000). Integrierte und traditionelle Hausaufgaben in der Primarschule -ein Vergleich bezüglich Leistung, Belastung und Einstellungen zur Schule. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 47(4), 252-265.
- Hasemann, K. & Stern, E. (2002). Die Förderung des mathematischen Verständnisses anhand von Textaufgaben - Ergebnisse einer Interventionsstudie in Klassen des 2. Schuljahres. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 3/4, 222-242.
- Hasselhorn, M. & Gold, A. (2006). *Pädagogische Psychologie. Erfolgreiches Lernen und Lehren*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Hattie, J. (1992). Enhancing self-Concept. In: J.Hattie. *Self-concept*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hattie, J. & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112.
- Hauenschild, A. (2007). Antworttendenzen und Antwortmuster - das Antwortverhalten von Schülern bei der Erfassung von Emotionen. *Unveröffentlichte Zulassungsarbeit*. Universität Bayreuth.
- Hausner, M. (2007). Einzelfallstudie: Prozessbezogene Emotionen bei ausgewählten Schülern während der Arbeit mit einer adaptiven Übungssoftware im Mathematikunterricht. *Unveröffentlichte Zulassungsarbeit*. Universität Bayreuth.
- Haynie, W.J. (1994). Effects of Multiple-Choice and Short-Answer Tests on Delayed Retention Learning. *Journal of Technology Education*, 6(1), 32-44.
- Haynie, W.J. (1997). Effects of Anticipation of Tests on Delayed Retention Learning. *Journal of Technology Education*, 9(1), 20-30.
- Heckhausen, H. (1984). *Achievement motivation in perspective*. Orlando: Academic Press.
- Heckhausen, H. (1989). *Motivation und Handeln*. 2. Aufl. Berlin: Springer.
- Heckhausen, J. & Heckhausen, H. (Hrsg.) (2006). *Motivation und Handeln*, 3. Aufl. Heidelberg: Springer.

- Hegarty, M.; Mayer, R.E. & Monk, C.A. (1995). Comprehension of arithmetic word problems: a comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology*, 87(1), 18-32.
- Heimbeck, D.; Frese, M.; Sonnentag, S. & Keith, N. (2003). Integrating errors into the training process: The function of error management instructions and the role of goal orientation. *Personnel Psychology*, 56, 333-362.
- Heine, C.A. (1997). Task enjoyment and mathematical achievement. *Dissertation Abstracts International*, 58(4-A), 1190.
- Heller, J.; Steiner, C.; Hockemeyer, C. & Albert, D. (2006). *Competence-Based Knowledge Structures for Personalised Learning. International Journal on E-Learning*, 5(1), 75-88.
- Helmke, A. (1983). Schulische Leistungsangst - Erscheinungsformen und Entstehungsbedingungen. Integration theoretischer Ansätze und empirische Analysen zu Risikofaktoren schulischer Leistungsangst in Schule und Familie. Frankfurt: Lang.
- Helmke, A. (1988). Leistungssteigerung und Ausgleich von Leistungsunterschieden in Schulklassen: unvereinbare Ziele? *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 20(1), 45-76.
- Helmke, A. (1992). Selbstvertrauen und schulische Leistungen. Göttingen: Hogrefe.
- Helmke, A. (1993). Die Entwicklung der Lernfreude vom Kindergarten bis zur 5. Klassenstufe. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 7(2/3), 77-86.
- Helmke, A. (1999): From Optimism to Realism? Development of Children's Academic Self-Concept From Kindergarten to Grade 6. In: F.E. Weinert & W. Schneider (Hrsg.), *Individual Development From 3 to 12. Findings From the Munich Longitudinal Study*, 198-221, Cambridge: University Press.
- Helmke, A. (2006). Unterrichtsqualität. Erfassen, Bewerten, Verbessern, 4. Aufl., Seelze: Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung.
- Helmke, A. & Schrader, F.W. (1988). Successful student practice during seatwork: Efficient management and active supervision are not enough. *Journal of Educational Research*, 82, 70-75.
- Helmke, A. & Schrader, F.-W. (2001). Determinanten der Schulleistung. In: D.H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*, 2. überarb. u. erw. Aufl. Weinheim: Beltz PVU.
- Helmke, A. & van Aken, M. (1995). The causal ordering of academic achievement and selfconcept of ability during elementary school: A longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 87, 624-637.
- Helmke, A. & Weinert, F.E. (1997). Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In: F.E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule. Enzyklopädie der Psychologie*. D/1(3). Göttingen: Hogrefe.
- Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21, 33-46.
- Hembree, R. (1988). Correlates, causes, and treatment of test anxiety. *Review of Educational Research*, 58, 47-77.
- Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60, 549-571.
- Hidi, S. & Ainley, M. (2002). Interest and adolescence. In: F. Pajares & T. Urdan. (Eds.). *Academic motivation of adolescents*, 247-275. Greenwich, CT: IAP.
- Hidi, S. & Renninger, A. (2006). The four-phase model of interest development, *Educational Psychologist*, 41, 111-127.
- Higgins, R.; Hartley, P. & Skelton, A. (2002). The conscientious consumer: recognising the role of feedback in student learning. *Studies in Higher Education*, 27(1), 53-64.

- Higgins, E.T., Shah, J.Y., & Friedman, R. (1997). Emotional responses to goal attainment: Strength of regulatory focus as moderator. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72, 515-525.
- Hirt, E.; McDonald, H. & Melton, J. (1996). Processing goals and the affect-performance link: Mood as main effect or mood as input? In: M. Leonard & A. Tesser (Eds.), *Striving and feeling: Interactions among goals, affect, and self-regulation*, 303 - 328. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Ass.
- Hofmann, H. (1997). Emotionen in Lern- und Leistungssituationen: Eine idiographisch- nomothetische Tagebuchstudie an Lehramtsstudenten im Examen. *Unveröffentlichte Dissertation*: Universität Regensburg.
- Hogg, M. & Vaughan, G. (1995). *Social Psychology: An Introduction*, Australia: Prentice Hall.
- Holler-Nowitzki, B. & Meier, U. (1997). Langeweile - (k)ein Thema für die Unterrichtsforschung? *Pädagogik*, 9, 31-34.
- Horstmann, G. (2002). Facial Expression of Emotion: Does the Prototype Represent Central Tendency, Frequency of Instantiation or an Ideal? *Emotion*, 2(3), 297-305.
- Horz, H. (2004). *Lernen mit Computern. Interaktionen von Personen- und Programmmerkmalen in computergestützten Lernumgebungen*. Waxmann: Münster.
- Hosenfeld, I. (2002). *Kausalitätsüberzeugungen und Schulleistungen*. Münster: Waxmann.
- Hosenfeld, I.; Helmke, A.; Ridder, A. & Schrader, F.W. (2001). Eine mehrebenenanalytische Betrachtung von Schul- und Klasseneffekten. *Empirische Pädagogik*, 15, 513-534.
- Hosenfeld, I., Helmke, A. & Schrader, F.W. (2002). Diagnostische Kompetenz: Unterrichts- und lernrelevante Schülermerkmale und deren Einschätzung durch Lehrkräfte in der Unterrichtsstudie SALVE. In: M. Prenzel & J. Doll (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen*. *Zeitschrift für Pädagogik*, 45. Beiheft, 65-82. Weinheim: Beltz.
- Hoska, D. (1993). Motivating learners through CBI feedback: Developing a positive learner perspective. In: J. Dempsey & G. Sales (Eds.), *Interactive Instruction and Feedback*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Howie, S.J. (2005). Contextual Factors at the School and Classroom Level Related to Pupils' Performance in Mathematics in South Africa. *Educational Research and Evaluation*, 11(2), 123-140.
- Hoyles, C. (1982). The pupil's view of mathematics learning. *Educational Studies in Mathematics*, 13, 349-372.
- Huber, R., Herrmann, A.; Meyer, R.; Vogel, J. & Vollhardt, K. (Hrsg.) (2007). *Kausalmodellierung mit Partial Least Squares*. Wiesbaden: Gabler.
- Hugener, I.; Pauli, C. & Reusser, K. (2007). Inszenierungsmuster, kognitive Aktivierung und Leistung im Mathematikunterricht. Analysen aus der schweizerisch-deutschen Videostudie. In: D. Lemmermöhle, M. Rothgangel, S. Bögeholz, M. Hasselhorn & R. Watermann (Hrsg.), *Professionell Lehren - Erfolgreich Lernen*, 109-121. Münster: Waxmann.
- Hugener, I.; Pauli, C.; Reusser, K.; Lipowsky, F.; Rakoczy, K.; Klieme, E. (2009). Teaching patterns and learning quality in Swiss and German mathematics lessons. *Learning and instruction*, 19 (1), 66-78.
- Hulleman, C.S. & Harackiewicz, J.M. (2009). Promoting Interest and Performance in High School Science Classes. *Science*, 326, 1410-1412.
- Ingleton, C. & O'Regan, K. (2002). Recounting Mathematical Experiences: Emotions in mathematics learning. *Literacy and Numeracy Studies*, 11/2, 95 - 107.

- Inoue, N. (2005). The realistic reasons behind unrealistic solutions: the role of interpretive activity in word problem solving. *Learning and Instruction*, 15, 69-83.
- Isen, A.M. (2000). Positive affect and decision making. In: M. Lewis & J.M. Haviland-Jones (Eds.), *Handbook of emotions*, 417-435. New York: Guilford Press.
- Izard, C. (1977). *Human Emotions*. Plenum Press, New York.
- Izard, C.E. (1981). *Die Emotionen des Menschen*. Weinheim: Psychologie Verlag.
- Jacobs, B. (2002). Aufgaben stellen und Feedback geben. <http://www.phil.uni-sb.de/~jakobs/www.artikel/feedback/index.htm>. Medienzentrum Universität Saarbrücken [10.10.2007].
- Jacobs, J.E.; Lanza, S.; Osgood, D.W.; Eccles, J.S. & Wigfield, E. (2002). Changes in children's self-competence and values: Gender and domain differences across grades one through twelve. *Child Development*, 73, 509-527.
- Jahnke-Klein, S. (2005). Chancengleichheit für Mädchen und Jungen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. In: F. Hellmich(Hrsg.), *Lehren und Lernen nach IGLU - Grundschulunterricht heute*, 17-132. Oldenburg. DiZ.
- Jamison, D.; Suppes, P. & Wells, S. (1974). The effectiveness of alternative instructional media: A survey. *Review of Educational Research*, 59, 1-67.
- Järvenoja, H.; Järvelä, S. (2005). How students describe the sources of their emotional and motivational experiences during the learning process: A qualitative approach. *Learning and Instruction*, 15, 465-480.
- Jerusalem, M. (1983). Selbstbezogene Kognitionen in schulischen Bezugsgruppen. Eine Längsschnittstudie. Unveröffentlichte Dissertation: Universität Berlin.
- Jerusalem, M. (1997). Schulklasseneffekte. In: E. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie: Psychologie des Unterrichts und der Schule*, Bd. 3, 253-278. Göttingen: Hogrefe.
- Jerusalem, M. & Mittag, W. (1998): Evaluation des Modellversuchs „Selbstwirksame Schulen“: Ansätze und Probleme. In: *Unterrichtswissenschaft. Zeitschrift für Lernforschung*, 26, 107-115.
- Jerusalem, M. & Mittag, W. (1999). Selbstwirksamkeit, Bezugsnormen, Leistung und Wohlbefinden in der Schule. In: M. Jerusalem & R. Pekrun (Hrsg.), *Emotion, Motivation und Leistung*, 223-245. Göttingen: Hogrefe.
- Jerusalem, M. & Pekrun, R. (1999), *Emotion, Motivation und Leistung*. Göttingen: Hogrefe.
- Jerusalem, M. & Satow, L. (1999). Schulbezogene Selbstwirksamkeitserwartung. In: R. Schwarzer & M. Jerusalem, (Hrsg.), *Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen*, 15. Berlin: Freie Universität Berlin.
- Jerusalem, M. & Schwarzer, R. (1991). Entwicklung des Selbstkonzepts in verschiedenen Lernumwelten. In: R. Pekrun & H. Fend (Hrsg.), *Schule und Persönlichkeitsentwicklung*, 115-128. Stuttgart: Enke.
- Jerusalem, M., & Schwarzer, R. (1992). Self-efficacy as a resource factor in stress appraisal processes. In: R. Schwarzer (Ed.), *Self-efficacy: Thought control of action*, 195-213. Washington, DC: Hemisphere.
- Johnson, W.L.; Rickel, J.W. & Lester, J.C. (2000). Animated pedagogical agents: Face-to-face interaction in interactive learning environments. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 11, 47-78.

- Jones, S.M.; Dindia, K. & Tye, S. (2006) Sex equity in the classroom: Do female students lose the battle for teacher attention? In: B.M. Gayle; R.W. Preiss; N. Burrell, & M. Allen (Eds.), *Classroom Communication and Instructional Processes: Advances Through Meta-Analysis*. Mahwah, N.J.: Erlbaum.
- Jöreskog, K. G., & Wold, H. (1982). The ML and PLS techniques for modeling with latent variables: Historical and Comparatives aspects. In: K.G. Jöreskog & H. Wold (Eds.), *Systems under indirect observation*, Vol. 1, 263-270. Amsterdam: North-Holland.
- Jöreskog, K.G. & Sörbom, D. (2006). LISREL for Windows [Computer software]. Lincolnwood, IL: Scientific Software International, Inc.
- Julian, M.W. (2001). The consequences of ignoring multilevel data structures in nonhierarchical covariance modeling. *Structural Equation Modeling*, 8, 325-352.
- Jussim, L. & Eccles, J. (1992). Teacher Expectations II: Construction and Reflection of Student Achievement. *Journal of Personality and Social Psychology*, 63(6), 947-961.
- Kail, R. & Hall, L.K. (1999). Sources of Developmental Change in Children's Word-Problem Performance. *Journal of Educational Psychology*, 91 (4), 660-668.
- Kalyuga, S.; Ayres, P.; Chandler, P. & Sweller, J., 2003, The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38, 23-31.
- Kammerl, R. (2000). Computerunterstütztes Lernen - Eine Einführung. In: R. Kammerl (Hrsg.). *Computerunterstütztes Lernen*, 7-21. München: Oldenburg.
- Kapa, E. (2001). A metakognitive support during the process of problem solving in a computerized environment. *Educational Studies in Mathematics*, 47, 317 - 336.
- Kaplan, A., & Maehr, M. L. (1999). Achievement goals and student well-being. *Contemporary Educational Psychology*, 24, 330-358.
- Kaplan, A.; Middleton, M.J.; Urdan, T. & Midgley, C. (2002). Achievement goals and goal structures. In: C. Midgley (Ed.), *Goals, goal structures, and patterns of adaptive learning*, 21-53. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Kaput, J.J. (1989). Information technologies and affect in mathematical experiences. In D.B. McLeod & V.M. Adams (Eds.), *Affect and Mathematical Problem Solving*, 89-103. New York: Springer-Verlag.
- Kaput, J.J. (1992). Technology and mathematics education. In: D.A. Grows (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 515-556. New York: Macmillan.
- Karabenick, S.A. (2004). Perceived achievement goal structure and college help seeking. *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 569-581.
- Kast, B. (2007). *Wie der Bauch dem Kopf beim Denken hilft. Die Kraft der Intuition*. Frankfurt a. M.:Fischer.
- Keith, N. & Frese, M. (2005). Self-regulation in error management training: Emotion control and metacognition as mediators of performance effects. *Journal of Applied Psychology*, 90, 677-691.
- Keller, J.M. (1983). Motivational design of instruction. In: C.M. Reigeluth (Ed.) *Instructional-design theories and models: an overview of their current status*, 383-434. Hillsdale: Erlbaum.
- Kenrick, D.T. & Funder, D.C. (1991). The person-situation debate: Do personality traits really exist? In: V.J. Derlaga; B.A. Winstead & W.H. Jones (Eds.), *Personality: Contemporary theory and research*. Chicago: Nelson-Hall.
- Ketteler, A. (2007). Online-Befragung von Mathematiklehrkräften aus der Hauptschule zur Gestaltung von Übungsstunden in der 5. Jahrgangsstufe. *Unveröffentlichte Zulassungsarbeit*, Universität Bayreuth.

- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension. A construction-integration model. *Psychological Review*, 95, 163-182.
- Kintsch, W. & Greeno, J.G. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological Review*, 92, 109-129.
- Kirschner, P.A.; Sweller, J. & Clark, R.E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experimental, and Inquiry-Based Teaching, *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Kleine, D. & Schmitz, B. (1999). Stimmung im Kontext von Schule: Rahmenbedingungen und Korrelate. In: M. Jerusalem & R. Pekrun (Hrsg.), *Emotion, Motivation und Leistung*, 205-221. Göttingen: Hogrefe.
- Klieme, E. & Baumert, J. (Hrsg.) (2001). TIMSS - Impulse für Schule und Unterricht. Forschungsbefunde, Reforminitiativen, Praxisberichte und Video-Dokumente. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Klieme, E.; Neubrand, M., & Lüdtke, O. (2001). Mathematische Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse. In: J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.J. Tillmann & M. Weiß (Hrsg.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*, 139-190. Opladen: Leske + Budrich.
- Knollmann, M. (2006). Kontextspezifische Emotionsregulationsstile. Entwicklung eines Fragebogens zur Emotionsregulation im Lernkontext „Mathematik“. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(1/2), 113-123.
- Knollmann, M. & Wild, E. (2007). Alltägliche Lernemotionen im Fach Mathematik: Die Bedeutung von emotionalen Regulationsstrategien, Lernmotivation und Instruktionsqualität. *Unterrichtswissenschaft*, 35 (4), 334 - 353.
- Koedinger, K. & Alevan, V. (2007). Exploring the Assistance Dilemma in Experiments with Cognitive Tutors. *Educational Psychology Review*, 19, 239-264.
- Koedinger, K.R.; Anderson, J.R.; Hadley, W.H. & Mark, M. (1997). Intelligent tutoring goes to school in the big city. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 8, 30-43.
- Köller, O. (1998). Zielorientierungen und schulisches Lernen. Münster: Waxmann.
- Köller, O. (2005). Bezugsnormorientierung von Lehrkräften: Konzeptuelle Grundlagen, empirische Befunde und Ratschläge für praktisches Handeln. In: R. Vollmeyer & J.C. Brunstein (Hrsg.), *Motivationspsychologie und ihre Anwendungen*, 189-202. Stuttgart: Kohlhammer.
- Köller, O., Klemmert, H., Möller, J. & Baumert, J. (1999). Eine längsschnittliche Überprüfung des Modells des Internal/External Frame of Reference. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 13, 128-134.
- Köller, O. & Baumert, J. (2001). Leistungsgruppierungen in der Sekundarstufe 1. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 15(2), 99-110.
- Köller, O.; Baumert, J. & Schnabel, K. U. (2001). Does interest matter? The relationship between academic interest and achievement in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(5), 448-470.
- Köller, O.; Schnabel, K. & Baumert, J. (2000). Der Einfluß der Leistungsstärke von Schulen auf das fachspezifische Selbstkonzept der Begabung und das Interesse. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 32, 70-80.

- Kommission der Europäischen Gemeinschaften (Hrsg.) (2000). Arbeitsdokument der Kommissionsdienststellen. Memorandum über lebenslanges Lernen. Brüssel.
- Kondo, D.S. (1997). Strategies for coping with test anxiety. *Anxiety, Stress and Coping*, 10(2), 203-215.
- König, J. (2007). Kontextuelle Bedingungen von Zusammenhalt und Konkurrenz bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 10(4), 532-548.
- Konrad, K. (1995a). Bedingungen der Ziel-Realisierung in der Schüler-Computer-Interaktion. Eine empirische Überprüfung der Wirkung von personalen und situativen Faktoren. *Zeitschrift für Psychologie*, 203, 260 -277.
- Konrad, K. (1995b). Kontroll- und Wirksamkeitserwartungen als zentrale Dimensionen der Interaktion mit dem Computer. In: R. Arbinger & R. S. Jäger (Hrsg.), *Zukunftsperspektiven empirisch-pädagogischer Forschung*, 401 - 411. Landau: Empirische Pädagogik.
- Kornmann, R. (1998). Fehleranalysen als Methode der Förderungsdiagnostik. In: M. Greisbach; U. Kulik & E. Souvignier (Hrsg.), *Von der Lernbehindertenpädagogik zur Praxis schulischer Lernförderung*, 219-229. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Korossy, K. (1997). Extending the Theory of Knowledge Spaces: A Competence-Performance Approach. *Zeitschrift für Psychologie*, 205, 53-82.
- Krampen, G.; Hense, H. & Schneider, J.F. (1992). Reliabilität und Validität von Fragebogenskalen bei Standardreihenfolge versus inhaltshomogener Blockbildung ihrer Items. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 38, 229-248.
- Krapp, A. (1998). Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 45, 186-203.
- Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: Theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, 12, 383-409.
- Krapp, A. (2003). Nachhaltige Lernmotivation: Ergebnisse und Konsequenzen aus der neuen psychologischen Forschung. In: Staatsinstitut für Schulpädagogik und Schulforschung (Ed.), *Nachhaltige Lernmotivation und schulische Bildung*, 13-27. München: Arbeitskreis Gymnasien und Wirtschaft e.V.
- Krapp, A. (2005). Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations. *Learning and Instruction*, 15, 381-395.
- Krapp, A. & Weidenmann, B. (2001). *Pädagogische Psychologie*, 4. Aufl. Weinheim: Beltz-PVU.
- Kratwohl, D.R.; Bloom, B.S. & Masia, B.B. (1975). *Taxonomie von Lernzielen im affektiven Bereich*. Weinheim und Basel: Beltz.
- Krause, U.M. (2002). Elaborated group feedback in virtual learning environments. *Paper presented at the Doctoral Consortium of the CSCL (Computer Support for Collaborative Learning) Conference*, Boulder Colorado, USA.
- Krause, U.M.; Stark, R. & Mandl, H. (2004). Förderung des computerbasierten Wissenserwerbs durch kooperatives Lernen und eine Feedbackmaßnahme. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 18(2), 125-136.
- Krätzschmar, M. & Mielke, R. (2007). Begabungsselbstkonzepte in Abhängigkeit von Leistungsstärke bei Schülern im individualisierten Unterricht. *Posterpräsentation auf der 11. Fachtagung für Pädagogische Psychologie*, Berlin.
- Krendl, K.A. & Broihier, M. (1992). Student responses to computers: A longitudinal study. *Journal of Educational Computing Research*, 8(2), 215-227.

- Krone, A.; Hamborg, K. & Gediga, G. (2002). Zur emotionalen Reaktion bei Fehlern in der Mensch-Computer-Interaktion. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*, 46(4), 185-200.
- Krützer, B. & Probst, H. (2005). IT-Ausstattung der allgemein bildenden und berufsbildenden Schulen in Deutschland. Bestandsaufnahme 2005 und Entwicklung 2001 bis 2005. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Bonn, Berlin.
- Ku, Heng-Yu; Harter, C.A.; Liu Pei-Liu; Thompson, L. & Cheng, Yi-Chia (2004). The effects of individually personalized computer-based instructional program on solving mathematics problems. *Computers in Human Behavior*, 23(3), 1195-1210.
- Kulhavy, R.W. & Stock, W.A. (1989). Feedback in written instruction: The place of response certitude. *Educational Psychology Review*, 1, 279-308.
- Kulik, J.A. & Kulik, C.I. (1988). Timing of feedback and verbal learning. *Review of Educational Research Journal*, 21, 79-97.
- Kulik, C.L.C. & Kulik, J.A. (1991). Effectiveness of Computer-Based Instruction: An Updated Analysis. *Computers in Human Behavior*, 7, 75-94.
- Kullik, U. (2004). Computergestützte Rechenprogramme. In: G.W. Lauth; M. Grünke & J.C. Brunstein (Hrsg.), *Interventionen bei Lernstörungen. Förderung, Training und Therapie in der Praxis*, 329-337. Göttingen: Hogrefe.
- Kunter, M. (2005). Multiple Ziele im Mathematikunterricht. Münster: Waxmann.
- Kunter, M.; Schümer, G.; Artelt, C.; Baumert, J.; Klieme, E.; Neubrand, M.; Prenzel, M.; Schiefele, U.; Schneider, W.; Stanat, P.; Tillmann, K.J. & Weiß, M. (2002). PISA 2000: Dokumentation der Erhebungsinstrumente. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Lajoie, S.P. & Azevedo (2006). Teaching and learning in technology-rich environments. In: P. Alexander and P. Winne (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (2nd ed.), 803-821. Mahwah: Erlbaum.
- Lampert, M. (1990). When the problem is not the question and the solution is not the answer: Mathematical knowing and teaching. *American Educational Research Journal*, 27, 29-63.
- Larson, R.W. & Richards, M.H. (1991). Boredom in the middle school years: blaming schools versus blaming students. *American Journal of Education*, 99, 418-443.
- Laue, C. & Putz-Osterloh, W. (2002). Computergestütztes Lernen in Mathematik bei Grundschulern. In: Spinath, B. & Heise, E. (Hrsg.) *Pädagogische Psychologie unter gewandelten gesellschaftlichen Bedingungen*, 129-144. Hamburg: Dr. Kovač Verlag.
- Laukenmann, M.; Bleicher, M.; Fuß, S.; Gläser-Zikuda, M.; Mayring, P. & Von Rhoeneck, C. (2003). An investigation of the influence of emotional factors on learning in physics instruction. *International Journal of Science Education*, 25(4), 489-507.
- Laukenmann, & Von Rhoeneck, C. (2003). The influence of emotional factors on learning in physics instruction. In: P. Mayring & C. von Rhoeneck (Eds.), *Learning Emotions*, 57-80. Berlin: Peter Lang.
- Lauter, J. (1991). Fundament der Grundschulmathematik. Donauwörth: Auer.
- Laux, L.; Glanzmann, P.; Schaffner, P. & Spielberger C.D. (1981). State-Trait-Angstinventar. (STAI). Weinheim: Beltz.
- La Vergne, V. (2007). The Effect of the ALEKS Web-Based Learning system on Standardized Math Scores. [www.k12.aleks.com]
- Lazarus, R.S. (1968). Emotion and adaption: Conceptual and empirical relations. In: W.J. Arnold (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation*, 175-270. Lincoln: University of Nebraska Press.

- Lazarus, R.S. (1991). *Emotion and adaptation*. Oxford: Oxford University Press.
- Le Blanc, M.D. & Weber-Russell, S. (1996). Text Integration and Mathematical Connections: A Computer Model of Arithmetic Word Problem Solving. *Cognitive Science*, 20, 357-407.
- Leder, G.C. (1999). Measuring mathematical beliefs and their impact on the learning of mathematics: A new approach. In: E. Pehkonen & G. Törner (Eds.), *Mathematical beliefs and their impact on teaching and learning of mathematics*, 57-65. Duisburg: Gerhard Mercator Universität Duisburg.
- Leder, G.C. & Forgasz, H.J. (2006). Affect and Mathematics Education. In: A. Gutiérrez & P. Boero (Ed.) *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education: Past, Present & Future*, 403-428. Rotterdam: Sense Publishers.
- Lehmann, R. & Peek, R. (2000). Qualitätsuntersuchung an Schulen zum Unterricht in Mathematik. Potsdam: Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg.
- Lehmann, R.; Peek, R.; Gänsfuß, R.; Lutkat, S.; Mücke, S. & Barth, I. (2000). QuaSUM: Qualitätsuntersuchung an Schulen zum Unterricht in Mathematik. Ergebnisse einer repräsentativen Untersuchung im Land Brandenburg. Potsdam: Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg.
- Lehmann, R. & Seeber, S. (2005). "Accelerated Mathematics" in grades 4 through 6. <http://zope.ebf.hu-berlin.de/document/>
- Leinhardt, G. & Greeno, J. (1986). The cognitive skill of teaching. *Journal of Educational Psychology*, 78, 75-95.
- Leong, C.K. & Jerred, W.D. (2001). Effects of consistency and adequacy of language information on understanding elementary mathematics word problems. *Annals of Dyslexia*, 51, 277-298.
- Lepper, M.R., Chabay, R.W. (1988). Socializing the Intelligent Tutor: Bringing Empathy to Computer Tutors. In: H. Mandl & A. Lesgold (Eds.), *Learning Issues for Intelligent Tutoring Systems*, 242-257. New York: Springer.
- Leutner, D. (1992). Adaptive Lehrsysteme. Instruktionspsychologische Grundlagen und experimentelle Analysen. Weinheim: Beltz - PVU.
- Leutner, D. (1995). Adaptivität und Adaptierbarkeit multimedialer Lehr- und Informationssysteme. In: J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.) *Informationen und Lernen mit Multimedia*, 139-149. Weinheim: Beltz PVU.
- Leutner, D. (2001). Programmierter und Computergestützter Unterricht. In: D.H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*, 555-562. Beltz PVU.
- Leutner, D. (2002). Adaptivität und Adaptierbarkeit multimedialer Lehr- und Informationssysteme. In: L.J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia und Internet*, 115-125. Weinheim: Beltz.
- Leutner, D. (2006). Programmierter und Computergestützter Unterricht. In: D. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*, 3. überarbeitete Aufl., 595-602. Weinheim: Beltz PVU.
- Levine, L.J. & Burgess, S.L. (1997). Beyond general arousal: Effects of specific emotions on memory. *Social Cognition*, 15, 157-181.
- Lewis, M. (1995). *Shame: The exposed self*. New York: The Free Press.
- Lewis, M. (2000). Self-conscious emotions: Embarrassment, pride, shame, and guilt. In: M. Lewis & J.M. Haviland-Jones (Eds.), *Handbook of Emotions*. New York: Guilford.

- Lewis, M.D. (2001). Personal Pathways in the Development of Appraisal: A Complex Systems/Stage Theory Perspective. In: K.R. Scherer, A. Schorr & T. Johnstone (Eds.), *Appraisal Processes in Emotion. Theory, Methods, Research*, 205-220. Oxford: University Press.
- Lichtenfeld, S. & Maier, M.A. (2008). An experimental test of the control-value theory of achievement emotions. *Paper presented at the 29th International Congress of Psychology*, Berlin.
- Liebert, R.M. & Morris, L.W. (1967). Cognitive and Emotional Components of Test Anxiety: A Distinction and Some Initial data. *Psychological Reports*, 20, 975-978.
- Lienert, G.A. & Raatz, U. (1998). Testaufbau und Testanalyse. Weinheim: Beltz PVU.
- Linnenbrink, E.A. (2005). The dilemma of performance-approach goals: The use of multiple goal contexts to promote students' motivation and learning. *Journal of Educational Psychology*, 97, 197-213.
- Linnenbrink, E. (2006). Emotion Research in Education: Theoretical and Methodological Perspectives on the Integration of Affect, Motivation, and Cognition. *Educational Psychology Review*, 18, 307-314.
- Linnenbrink, E.A. (2007). The role of affect in student learning: A multi-dimensional approach to considering the interaction of affect, motivation and engagement. In: P.A. Schutz & R. Pekrun (Eds.), *Emotions in education*, 101-118. San Diego: Academic Press.
- Linnenbrink, E., & Pintrich, P. R. (2000). Multiple pathways to learning and achievement: The role of goal orientation in fostering adaptive motivation, affect, and cognition. In: C. Sansone & J. Harackiewicz (Eds.), *Intrinsic and extrinsic motivation: The search for optimal motivation and performance*, 195-227. San Diego, CA: Academic Press.
- Linnenbrink, E.A. & Pintrich, P.R. (2002). Achievement goal theory and affect: An asymmetrical bidirectional model. *Educational Psychologist*, 37, 69-78.
- Linnenbrink, E.A. & Pintrich, P.R. (2003). The role of self-efficacy beliefs in student engagement and learning in the classroom. *Reading and Writing Quarterly*, 19(2), 119-137.
- Linnenbrink, E.A. & Pintrich, P.R. (2004). Role of Affect in Cognitive Processing in Academic Contexts. In: D.Y. Dai & R.J. Sternberg (Eds.), *Motivation, Emotion, and Cognition. Integrative Perspectives on Intellectual Functioning and Development*, 57-88. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Ass.
- Lippert, S. (2008). Evaluation von Mathematik-Übungssoftware: Die Suche nach Qualitätskriterien. *Unveröffentlichte Zulassungsarbeit*, Universität Bayreuth.
- Lohrmann, K. (2008). Langeweile im Unterricht. Münster: Waxmann.
- Loos, F.M. (1981). The use of anger arousal and assertiveness training to improve the academic performance of withdrawn elementary school age underachievers. *Dissertation Abstracts International*, 41(5-B), 1923.
- Lucangeli, D.; Tressoldi, P. E.; Cendron, M. (1998). Cognitive and Metacognitive Abilities Involved in the Solution of Mathematical Word Problems: Validation of a Comprehensive Model. *Contemporary Educational Psychology*, 23, 257-275.
- Lüdtke, O.; Köller, O. (2002). Individuelle Bezugsnormorientierung und soziale Vergleiche im Mathematikunterricht. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 34(3), 156-166.
- Luik, P. (2007). Characteristics of drills related to development of skills. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23, 56-68.

- Lukesch, H. (1982). Fachspezifische Prüfungsängste. Eine descriptive Analyse der schulsystem- und schulartbezogenen Verbreitung der Ängste von Schülern vor mündlichen und schriftlichen Prüfungen. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 29, 257-267.
- Ma, X. (1997). Reciprocal relationships between attitude toward mathematics and achievement in mathematics. *Journal of Educational Research*, 90(4), 221-229.
- Mackie, D.M. & Worth, L.T. (1989). Processing deficits and the mediation of positive affect in persuasion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57, 27-40.
- Maehr, M.L. (1991). The "psychological environment" of the school: A focus for school leadership. In: P. Thurston & P. Zodhiates (Eds.), *Advances in educational administration*, 51-81. Greenwich: JAI.
- Malmivouri, M.L. (2001). The dynamics of affect, cognition, and social environment in the regulation of personal learning processes: The case of mathematics. *Research Report*, 172, <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/kas/kasva/vk/malmivuori>, University of Helsinki.
- Malmivuori, M. (2006). Affect and Self-Regulation. *Educational Studies in Mathematics*, 63, 149-164.
- Mandl, H.; Gruber, H. & Renkl, A. (1994). Lernen mit dem Computer. In: F.E. Weinert & H. Mandl (Hrsg.), *Psychologie der Erwachsenenbildung. Enzyklopädie der Psychologie*. Göttingen: Hogrefe.
- Mandler, G. (1979). *Denken und Fühlen*. Paderborn: Junfermann.
- Mandler, G. (1989). Affect and Learning: Causes and Consequences of Emotional Interactions. In: D.B. McLeod & V.M. Adams (Eds.), *Affect and Mathematical Problem Solving*, 3-19. New York: Springer.
- Marschall, P. & Zenz, H. (1989). Psychophysiologische Befunde in der Schule und das Beschwerdebild von Kindern und Jugendlichen. *Zeitschrift für Sozialisationsforschung und Erziehungssoziologie*, 27, 305- 320.
- Marsh, H. W. (1990). A multidimensional, hierarchical model of self-concept: Theoretical and empirical justification. *Educational Psychology Review*, 2, 77-172.
- Marsh, H.W. & Hau, K.-T. (2003). Big-Fish-Little-Pond effect on academic self-concept: A cross-cultural (26-country) test of the negative effects of academically selective schools. *American Psychologist*, 58(5), 364-376.
- Marsh, H.W.; Seaton, M.; Trautwein, U.; Lüdtke, O.; Hau, K.T.; O'Mara, A.J. & Craven, R.G. (2008). The Big-fish-little-pond-effect Stands Up to Critical Scrunity: Implications for Theory, Methodology, and Future Research. *Educational Psychology Review*, 29(3), 319-350.
- Marsh, H.W.; Trautwein, U.; Lüdtke, O.; Köller, O. & Baumert, J. (2005). Academic Self-Concept, Interest, Grades, and Standardized Test Scores: Reciprocal Effects Models of Causal Ordering. *Child Development*, 6(2), 397-416.
- Marsh, H.W. & Yeung, A.S. (1996). The distinctiveness of affects in specific school subjects: An application of confirmatory factor analysis with the National Educational Longitudinal Study of 1988. *American Educational Research Journal*, 33(3), 665-689.
- Marsh, H.W. & Yeung, A.S. (1997). Causal effects of academic self-concept on academic achievement: Structural equation models of longitudinal data. *Journal of Educational Psychology*, 89, 41-54.
- Marsh, H. W. & Yeung, A. S. (1998). Top-down, bottom-up, and horizontal models: The direction of causality in multidimensional, hierarchical self-concept models. *Journal of Personality & Social Psychology*, 75, 509-527.

- Mascolo, M.F., & Fischer, K.W. (1995). Developmental transformations in appraisals for pride, shame and guilt. In: J. Tangney & K.W. Fischer (Eds.), *Self-conscious emotions: The psychology of shame, guilt, embarrassment and pride*, 64-113. New York: Guilford.
- Massimini, F. & Carli, M. (1991). Die systematische Erfassung des Flow-Erlebens im Alltag. In: M. Csikszentmihalyi & I.S. Csikszentmihalyi (Eds.), *Die außergewöhnliche Erfahrung im Alltag. Die Psychologie des Flow-Erlebens*, 291-312. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Mathan, S.A. & Koedinger, K.R. (2005). Fostering the Intelligent Novice: Learning From Errors With Metacognitive Tutoring. *Educational Psychologist*, 40(4), 257-265.
- Mayer, R.E. (1997). Multimedia Learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32(1), 1-19.
- Mayring, P. (1992). Erfassung von Emotionen. In: D. Ulich & P. Mayring (Hrsg.), *Psychologie der Emotionen*, 58-72. Stuttgart: Kohlhammer.
- Mayring, P. & von Rhöneck, C. (Eds.) (2003). Learning Emotions. The Influence of Affective Factors on Classroom Learning. Frankfurt am Main: Verlag der Wissenschaften.
- McClain, K. & Cobb, P. (2001). An analysis of development of sociomathematical norms in one first-grade classroom. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32, 236-266.
- McClelland, D.C.; Koestner, R. & Weinberger, J. (1989). How do self-attributed and implicit motives differ? *Psychological Review*, 96, 690-702.
- McGregor, H.A., Elliot, A.J. (2005). The Shame of Failure: Examining the Link Between Fear of Failure and Shame. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 31(2), 218-231.
- McLean, L.D. (1982). Willing but not enthusiastic. Toronto: Ontario Institute for Studies in Education.
- McLeod, D.B. (1988). Affective issues in mathematical problem solving: Some theoretical considerations. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19, 134-141.
- McLeod, D.B. (1992). Research on Affect in Mathematics Education: A Reconceptualization. In: D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 575-596. New York: Macmillan.
- McLeod, D.B. (1994). Research on affect and mathematics learning in the JRME: 1970 to the present. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(6), 637-647.
- McLeod, D.B. & Adams, V.M. (Eds.) (1989). Affect and Mathematical Problem Solving. New York: Springer.
- McLeod, D.B.; Metzger, W. & Craviotto, C. (1989). Comparing experts' and novices' affective reactions to mathematical problem solving: An exploratory study. In: G. Vergnaud (Ed.), *Proceedings of the thirteenth international conference for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 2, 296-303.
- Means, B. & Olson, K. (1997). Technology and education reform. *Office of Educational Research and Improvement*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- Mees, U. & Schmitt, A. (Hrsg.) (2003). Emotionspsychologie: Theoretische Analysen und empirische Untersuchungen. Oldenburg: BIS-Verlag.
- Meinhardt, J. & Pekrun, R. (2003). Attentional resource allocation to emotional events: An ERP study. *Cognition and Emotion*, 17(3), 477-500.
- Melis, E.; Andrés, E.; Büdenbender, J.; Frischauf, A.; Gogvadze, G.; Libbrecht, P.; Pollet, M. & Ullrich, C. (2001). ActiveMath: A Generic and Adaptive Web-Based Learning Environment. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*.

- Melis, E. (2004). Errors as a Source of Learning in Mathematics. *Cognition and Exploratory Learning in the Digital Age (CELDA)*.
- Messick, S. (1995). Validity of psychological assessment: validation of inferences from persons' responses and performances as scientific inquiry into score meaning. *American Psychologist*, 50(9), 741-749.
- Merrill, D.C., Reiser, B.J., Ranney, M., & Trafton, J. G. (1992) Effective Tutoring Techniques: A Comparison of Human Tutors and Intelligent Tutoring Systems. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(3), 277-305.
- Merrill, D.C., Reiser, B.J., Merrill, S.K., Landes, S. (1995). Tutoring: Guided Learning by Doing. *Cognition and Instruction*, 13(3), 315-372.
- Meyer, H. (2004). Was ist guter Unterricht? Berlin: Cornelsen.
- Meyer, D.K.; Turner, J.C. & Spencer, C.A. (1997). Challenge in a mathematics classroom: Students' motivation and strategies in project-based learning. *Elementary School Journal*, 97, 501-521.
- Meyer, D.K. & Turner, J.C. (2002). Discovering Emotion in Classroom Motivation Research. *Educational Psychologist*, 37(2), 107-114.
- Meyer, D.K. & Turner, J.C. (2006). Reconceptualizing Emotion and Motivation to Learn in Classroom Contexts. *Educational Psychology Review*, 18, 377-390.
- Middleton, M., & Midgley, C. (1997). Avoiding the demonstration of lack of ability: An under-explored aspect of goal theory. *Journal of Educational Psychology*, 89, 710-718.
- Middleton, J. A., & Spanias, P. A. (1999). Motivation for achievement in mathematics: Findings, generalizations, and criticisms of the research. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30, 65-88.
- Midgley, C. (Ed.) (2002). Goals, goal structures, and patterns of adaptive learning. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Ass.
- Midgley, C. (1993). Motivation and middle level schools. In P.R. Pintrich & M.L. Maehr (Eds.), *Advances in Motivation and Achievement, Vol. 8: Motivation in the adolescent years*, 219-276. Greenwich: JAI Press.
- Midgley, C., Anderman, E. & Hicks, L. (1995). Differences between elementary and middle school teachers and students: A goal theory approach. *Journal of Early Adolescence*, 15, 90-113.
- Midgley, C.; Kaplan, A.; Middleton, M.; Maehr, M.L.; Urdan, T.; Anderman, L.H.; Anderman, E. & Roeser, R. (1998). The development and validation of scales assessing students' achievement goal orientations. *Contemporary Educational Psychology*, 23, 113-131.
- Miller, R.S & Leary, M.R. (1992). Social sources and interactive functions of emotion: The case of embarrassment. In: M.S. Clark (Ed.), *Emotion and social behaviour*, 202-221. Newbury Park: Sage.
- Miller, R.B.; Greene, B.A.; Montalvo, G.P; Ravindran, B. & Nichols, J.D. (1996). Engagement in academic work: The role of learning goals, future consequences, pleasing others, and perceived ability. *Contemporary Educational Psychology*, 21, 388 - 422.
- Minor, A.G.; Glomb, T.M. & Hulin, C.L. (2001). Mood at work: Experiences Sampling Method Using palmtop computers. In: H. Weiss (Hrsg.), *Experience Sampling Methods (ESM) in organizational research*. Symposium at the 16th Annual Conference of the Society for Industrial and Organizational Psychology, San Diego.

- Mitchell, M.T. (1993). Situational interest in the secondary mathematics classroom. *Dissertation Abstracts International*, 53(9-A), 3133.
- Möller, J. & Köller, O. (Hrsg.) (1996). Leistungsbezogene Kognitionen und Emotionen. Göttingen: Hogrefe.
- Möller, J. & Köller, O. (2001). Frame of reference effects following the announcement of exam results. *Contemporary Educational Psychology*, 26, 277-287.
- Monnerjahn, R. (1992). Lückenschließendes Lernen durch computergestütztes Üben. Ein Bericht über Entwicklung und Einsatz eines Mathematikübungs-programmes in der Grundschule. *Unterrichtswissenschaft*, 20(1), 60-72.
- Montague, M. & Bos, C.S. (1990). Cognitive and metacognitive characteristics of eight grade students' mathematical problem solving. *Learning and Individual Differences*, 2(3), 109-127.
- Morawietz, H. (1997). Fehler kreativ nutzen, Stress verringern, Unterricht öffnen. *Pädagogik im Schulalltag*, 52(2), 232-45.
- Morrison, G.R.; Ross, S. M.; Gopalakrishnan, M. & Casey, J. (1995). The Effects of Feedback and Incentives on Achievement in Computer-Based Instruction. *Contemporary Educational Psychology*, 20, 32-50.
- Mory, E. (1992). The use of informational feedback in instruction: Implications for future research. *Educational Training Research and Development*, 40(3), 5-20.
- Mory, E.H. (1996). Feedback Research. In: D.H. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research for Educational Communications and Technology. A Project of the Association for Educational Communications and Technology*, 919-956. New York: Macmillan.
- Moser-Opitz, E. (2007). Rechenschwäche/Dyskalkulie. Theoretische Erklärungen und empirische Studien an betroffenen Schülerinnen und Schülern. Bern: Haupt.
- Musch, J. (1999). Die Gestaltung von Feedback in computergestützten Lernumgebungen, Modelle und Befunde. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 13(3), 148-160.
- Müller, C. M. & Dweck, C. S. (1998). Intelligence praise can undermine motivation and performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75, 33-52.
- Mwangi, W. & Sweller, J. (1998). Learning to solve compare word problems: The effect of example format and generating self-explanations. *Cognition and Instruction*, 16, 173-199.
- Narciss, S. (2001). Informative feedback as a bridge from instruction to learning in computer-based trainings. *Paper presented at the 9th European Conference for Research on Learning and Instruction*, Fribourg, Switzerland.
- Nathan, M.J. (1991). A simple learning environment improves mathematical reasoning. *Intelligent Tutoring Media*, 2(3/4), 101-111.
- Nathan, R. & Baron, L. (1995). The effects of gender, program type, and content on elementary children's software preferences. *Journal of Research on Computing in Education*, 27, 348-360.
- Naumann, J. & Richter, T. (2001). Diagnose von Computer Literacy: Computerwissen, Computereinstellungen und Selbsteinschätzungen im multivariaten Kontext. In: W. Frindte, T. Köhler, P. Marquet & E. Nissen (Eds.), *Internet-based teaching and learning (IN-TELE)*, 99. *Proceedings of IN-TELE 99*, Internet Communication, Vol. 3, 295-302. Frankfurt a. M.: Peter Lang Verlag.
- Nemanich, L. & Vera, D. (2005). The Roles of Trust, Relevance, and Causal Ambiguity in Knowledge Transfer and Enjoyment: Classroom vs. Distance Learning. In: S. Gherardi & D. Nicolini (Eds.), *The Passion for Learning and Knowing. Proceedings of the 6th International Conference on Organizational Learning and Knowledge*, Vol. 2. University Trento, Italy.

- Nesher, P. & Teubal, E. (1975). Verbal cues as an interfering factor in verbal problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 6, 41-51.
- Neubrand, M.; Klieme, E.; Lüdtke, O. & Neubrand, J. (2002). Kompetenzstufen und Schwierigkeitsmodelle für den PISA-Test zur mathematischen Grundbildung. *Unterrichtswissenschaft*, 30, 100-119.
- Newman, M.A. (1977). An analysis of sixth-grade pupils' errors on written mathematical tasks. In: M.A. Clements & J.Foyster (Eds.), *Research in Mathematics Education in Australia*, 1, 239-258.
- Nichols, W.C. (1988). Marital therapy: an integrative approach. New York, London: Guilford.
- Nicholls, J. G., Patashnick, M. & Nolen, S. B. (1985). Adolescents' theories of education. *Journal of Educational Psychology*, 77(6), 683-692.
- Nickson, M. (1992). The Culture of the Mathematics Classroom: An Unknown Quantity? In: D.A: Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 101-114. New York: Macmillan Publishing Company.
- Niegemann, H. (1995). Computergestützte Instruktion in Schule, Aus- und Weiterbildung: theoretische Grundlagen, empirische Befunde und Probleme der Entwicklung von Lehrprogrammen. Frankfurt a. M.: Peter Lang Verlag.
- Niegemann, H. (2001). Neue Lernmedien. Entwickeln, Konzipieren, Einsetzen. Bern: Huber.
- Niegemann, H.; Hessel, S.; Deimann, M.; Hochscheid-Mauel, D.; Asanski, K. & Kreuzberger, G. (2004). Kompendium E-Learning. Berlin: Springer.
- Novick, L.R. (1992). The role of expertise in solving arithmetic and algebra word problems by analogy. In: J.D. Campbell (Ed.), *The nature and origins of mathematical skills*, 155-188. Amsterdam: North-Holland.
- Okolo, C.M. (1992). The Effect of Computer-Assisted Instruction Format and Initial Attitude on the Arithmetic Facts Proficiency and Continuing Motivation of Students with Learning Disabilities. *Exceptionality: A Research Journal*, 3(4), 195-211.
- Op't Eynde, P.; DeCorte, E. & Verschaffel, L. (2001). "What to Learn from What We Feel?": The Role of Students' Emotions in the Mathematics Classroom. In: S. Volet & S. Järvelä (Eds.), *Motivation in Learning Contexts*, 149-170. Amsterdam: Pergamon.
- Op't Eynde, P.; DeCorte, E. & Verschaffel, L. (2006). "Accepting emotional complexity": A socio-constructivist perspective on the role of emotions in the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 63, 193-207.
- Op 't Eynde, P. & Turner, J.E. (2006). Focusing on the Complexity of Emotion Issues in Academic Learning: A Dynamical Component System Approach. *Educational Psychology Review*, 18, 361-376.
- Oser, F. & Hascher, T. (1997). Lernen aus Fehlern. Schriftenreihe zum Projekt "Lernen Menschen aus Fehlern? Zur Entwicklung einer Fehlerkultur in der Schule", Nr. 1, Freiburg: Pädagogisches Institut.
- Oser, F.; Hascher, T. & Spychiger, M. (1999). Lernen aus Fehlern. Zur Psychologie des „negativen Wissens“. In: W. Althof (Hrsg.) *Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern. Festschrift für Fritz Oser*, 11-41. Leske + Buldrich: Opladen.
- Oser, F. & Spychiger, M. (2006). Lernen ist schmerzhaft. Zur Theorie des Negativen Wissens und zur Praxis der Fehlerkultur. Weinheim: Beltz.

- Ota, K.R. & DuPaul, G.J. (2002). Task Engagement and Mathematics Performance in Children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: Effects of Supplemental Computer Instruction. *School Psychology Quarterly*, 17(3), 242-257.
- Otto, J.H.; Euler, H.A. & Mandl, H. (Hrsg.) (2000). Emotionspsychologie. Ein Handbuch. Weinheim: PVU.
- Pätzold, G.; Klusmeyer, J., Wingels, J. & Lang, M. (2003). Lehr-Lernmethoden in der beruflichen Bildung. Eine empirische Untersuchung in ausgewählten Berufsfeldern. Beiträge zur Berufs- und Wirtschaftspädagogik. Band 18. Oldenburg.
- Pajares, F. & Graham, L. (1999). Self-Efficacy, Motivation Constructs, and Mathematics Performance of Entering Middle School Students. *Contemporary Educational Psychology*, 24, 124-139.
- Pajares, F. & Miller, M.D. (1994). The role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem-solving: A path analysis. *Journal of Educational Psychology*, 86, 193-203.
- Pajares, F., & Schunk, D. H. (2001). Self-beliefs and school success: Self-efficacy, self-concept, and school achievement. In R. Riding & S. Rayner (Eds.), *Self-perception*, 239-266. London: Ablex Publishing.
- Paradies, L. & Linser, H.J. (2003). Üben, Wiederholen, Festigen. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Paris, S.G. & Turner, J.C. (1994). Situated Motivation. In: P. Pintrich, D. Brown, & C.E. Weinstein, (Eds.), *Student motivation, cognition, and learning: Essays in honor of Wilbert J. McKeachie*, 213-237. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Patall, E.A.; Cooper, H. & Robinson, J.C. (2008). The Effects of Choice on Intrinsic Motivation and Related Outcomes: A Meta-Analysis of *Research Findings*. *Psychological Bulletin*, 134(2), 270-300.
- Pauli, C. & Lipowsky, F. (2007). Mitmachen oder zuhören? Mündliche Schülerinnen- und Schülerbeteiligung im Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 35(2), 101-124.
- Pauli, C. & Reusser, K. (2003). Unterrichtsskripts im schweizerischen und im deutschen Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 31(3), 238-272.
- Pauli, C.; Reusser, K.; Waldis, M. & Grob, U. (2003). „Erweiterte Lehr- und Lernformen“ im Mathematikunterricht der Deutschschweiz. *Unterrichtswissenschaft*, 31(4), 291-320.
- Pearn, M.; Mulrooney, C. & Payne, T. (1998). Ending the Blame Culture. Vermont: Gower.
- Pekrun, R. (1985). Schulischer Unterricht, schulische Bewertungsprozesse und Selbstkonzeptentwicklung. *Unterrichtswissenschaft*, 13(3), 220-248.
- Pekrun, R. (1987). Die Entwicklung leistungsbezogener Identität bei Schülern. In: H.-P. Frey & K. Hausser (Hrsg.), *Identität. Entwicklungen psychologischer und soziologischer Forschung*, 43-57. Stuttgart: Enke.
- Pekrun, R. (1988). *Emotion, Motivation und Persönlichkeit*. München: PVU.
- Pekrun, R. (1992). The impact of emotions on learning and achievement: Towards a theory of cognitive/motivational mediators. *Applied Psychology: An International Review*, 41, 359-376.
- Pekrun, R. (1993). Entwicklung von schulischer Aufgabenmotivation in der Sekundarstufe: Ein erwartungswert-theoretischer Ansatz. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 7(2/3), 87-97.
- Pekrun, R. (1998). Schüleremotionen und ihre Förderung: Ein blinder Fleck in der Unterrichtsforschung. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 44, 230-248.
- Pekrun, R. (1999). Sozialisation von Leistungsemotionen: Eine kritische Literaturübersicht und ein sozialkognitives Entwicklungsmodell. *Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation*, 19(1), 20-34.

- Pekrun, R. (2000). A social cognitive, control-value theory of achievement emotions. In: J. Heckhausen (Ed.), *Motivational psychology of human development*, 143-163. Oxford, UK: Elsevier Science.
- Pekrun, R. (2002). Vergleichende Evaluationsstudien zu Schülerleistungen: Konsequenzen für die Bildungsforschung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 48, 111-128.
- Pekrun, R. (2005). Progress and open problems in educational emotion research. *Learning and Instruction*, 15(5), 497-506.
- Pekrun, R. (2006). The Control-Value theory of Achievement Emotions: Assumptions, Corollaries, and Implications for Educational Research and Practice. *Educational Psychology Review*, 18, 315-341.
- Pekrun, R. (2008). The control-value theory of achievement emotions: Propositions, corollaries, and practical implications. *Paper presented at the 29th International Congress of Psychology*, Berlin.
- Pekrun, R.; Elliot, A.J. & Maier, M. (2007). Leistungsziele, Emotionen und Lernleistungen. Vortrag auf der 11. Fachgruppentagung Pädagogische Psychologie, Berlin.
- Pekrun, R.; Elliot, A.J., & Maier, M.A. (2009). Achievement goals and achievement emotions: Testing a model of their joint relations with academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 101(1), 115-135.
- Pekrun, R. & Fend, H. (Hrsg.) (1991). Schule und Persönlichkeitsentwicklung. Ein Resümee der Längsschnittforschung. Stuttgart: Ferdinand Enke.
- Pekrun, R. & Frese, M. (1992). Emotions in work and achievement. In: C.L. Cooper & I.T. Robertson (Eds.), *International Review of Industrial and Organizational Psychology*, Vol. 7. Chichester, UK: Wiley. 153- 200.
- Pekrun, R.; Goetz, T.; Perry, R.; Kramer, K.; Hochstadt, M.; Molfenter, S. (2004). Beyond test anxiety: development and validation of the test emotions questionnaire (TEQ). *Anxiety, Stress and Coping: An International Journal*, 17(3), 287-316.
- Pekrun, R.; Goetz, T.; Titz, W. & Perry, R.P. (2002). Academic Emotions in students' Self-Regulated Learning and Achievement: A Program of Qualitative and Quantitative Research. *Educational Psychologist*, 37(2), 91-105.
- Pekrun, R.; Götz, T.; Vom Hofe, R.; Blum, W.; Jullien, S.; Zirngibl, A.; Kleine, M.; Wartha, S. & Jordan, A. (2004). Emotionen und Leistung im Fach Mathematik: Ziele und erste Befunde aus dem "Projekt zur Analyse der Leistungsentwicklung in Mathematik" (PALMA). In: J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung*, 345-363. Münster: Waxmann.
- Pekrun, R. & Helmke, A. (1991). Schule und Persönlichkeitsentwicklung: Theoretische Perspektiven und Forschungsstand. In: Pekrun, R. & Fend, H. (Hrsg.) *Schule und Persönlichkeitsentwicklung*, 33-56. Stuttgart: Enke.
- Pekrun, R. & Hofmann, H. (1999). Lern- und Leistungsemotionen: Erste Befunde eines Forschungsprogramms. In: M. Jerusalem & R. Pekrun (Hrsg.), *Emotion, Motivation und Leistung*, 247-267. Göttingen: Hogrefe.
- Pekrun, R. & Jerusalem, M. (1996). Leistungsbezogenes Denken und Fühlen: Eine Übersicht zur psychologischen Forschung. In: J. Moeller & O. Koeller (Eds.), *Emotionen, Kognitionen und Schulleistung*, 3-22. Weinheim: Beltz PVU.

- Pekrun, R.; Jullien, S.; Zirngibl, A.; Vom Hofe, R. & Perry, R.P. (2004). Emotions, self-regulated learning, and academic achievement: Testing a model of reciprocal causation. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Diego.*
- Pekrun, R. & Schiefele, U. (1996). Emotions- und motivationspsychologische Bedingungen der Lernleistung. In: F.E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Lernens und der Instruktion, Enzyklopädie der Psychologie/ Pädagogische Psychologie*, Band 2, 153-180. Göttingen: Hogrefe.
- Pekrun, R.; Vom Hofe, R.; Blum, W.; Frenzel, A.C.; Götz, T. & Wartha, S. (2007). Development of mathematical competencies in adolescence. The PALMA longitudinal study. In: M. Prenzel (Ed.). *Studies on the educational quality of schools. The final report on the DFG Priority Programme*, 17-38. Münster: Waxmann.
- Perry, R.P.; Hall, N.C. & Ruthig, J.C. (2005). Perceived (academic) control and scholastic attainment in higher education. In: J. Smart (Ed.), *Higher education: Handbook of theory and research*, Vol. 20, 363-436. The Netherlands: Springer.
- Petermann, F. & Wiedebusch, S. (2003). Emotionale Kompetenz bei Kindern. Göttingen: Hogrefe.
- Peterson, E. R. & Irving, S. E. (2008). Secondary students' conceptions of assessment and feedback. *Learning and Instruction*, 18, 238-250.
- Pintrich, P.R. (2000). An achievement goal theory perspective on issues in motivation terminology, theory, and research. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 92-104.
- Pintrich, P.R., & Schunk, D.H. (2002). *Motivation in education: Theory, research, and applications*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.) (2004). *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland - Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs*. Münster: Waxmann.
- Plötzner, R. (1998). *Flexibilität im Problemlösen und Lernen*. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Plutchik R. (1980). A general psychoevolutionary theory of emotion. In: R. Plutchik & H. Kellermann (Eds.), *Emotion: Theory, research, and experience* (1), 3-33. New York: Academic Press.
- Prawat, R.S. & Anderson, A.L.H. (1994). The Affective Experiences of Children During Mathematics. *Journal of Mathematical Behaviour*, 13, 201-222.
- Prenzel, M.; Artelt, C.; Baumert, J.; Blum, W.; Hammann, M.; Klieme, E. & Pekrun, R. (Hrsg.) (2007). *PISA 2006: Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie*. Münster: Waxman.
- Prenzel, M.; Baumert, J.; Blum, W.; Lehmann, R.; Leutner, D.; Neubrand, M.; Pekrun, R.; Rost, J.; Schiefele, U. (Hrsg.) (2005). *PISA 2003. Der zweite Vergleich der Länder in Deutschland - Was wissen und können Jugendliche?* Münster: Waxmann.
- Prenzel, M.; Davier, M.; Bleschke, M.G.; Senkbeil, M. & Urhahne, D. (2000). Didaktisch optimierter Einsatz Neuer Medien : Entwicklung von computer-gestützten Unterrichtskonzepten für die naturwissenschaftlichen Fächer. In: D. Leutner & R. Brünken (Hrsg.), *Neue Medien in Unterricht, Aus- und Weiterbildung. Aktuelle Ergebnisse empirischer pädagogischer Forschung*. Münster: Waxmann.
- Pridemore, D.R. & Klein, J.D. (1991). Control of feedback in computer-assisted instruction. *Educational Technology Research & Development*, 39(4), 27-32.
- Puca, M.P. & Langens, T.A. (2002). Motivation. In: J. Müsseler & W. Prinz (Hrsg.), *Allgemeine Psychologie*, 224-269. Heidelberg: Spektrum.
- Radatz, H. (1983) Untersuchungen zum Lösen eingekleideter Aufgaben. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 4, 205-217.

- Raudenbush, S. & Bryk, A. (2002). Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods. Thousand Oaks: Sage.
- Raudenbush, S.; Bryk, A.; Cheong, Y. & Congdon, R. (2004). HLM 6. Linear and Nonlinear Modeling. Scientific Software International, Inc.
- Raudenbush, S.W. & Liu, X. (2000). Statistical power and optimal design for multisite randomized trials. *Psychological Methods*, 5, 199-213.
- Rawsthorne L. J. & Elliot A. J. (1999). Achievement goals and intrinsic motivation: a meta-analytic review. *Personality and Social Psychology Review*, 3(4), 326-344.
- Reeve, J.; Nix, G. & Hamm, D. (2003). Testing models of the experience of self-determination in intrinsic motivation and the conundrum of choice. *Journal of Educational Psychology*. 95(2), 375-392.
- Regian, J.W. (1997). Functional Area Analysis of Intelligent Computer-Assisted Instruction. Report, TAPSTEM ICAI-FAA Committee, Brooks Air Force Base, Texas.
- Reithmeier, D. (2007). Emotionen im Kontext des Mathematikunterrichts: Unterschiede zwischen Hauptschülern und Gymnasiasten zu Beginn der fünften Jahrgangsstufe - eine Querschnittsanalyse. *Unveröffentlichte Zulassungsarbeit*. Universität Bayreuth.
- Renkl, A. (1991). Die Bedeutung der Aufgaben- und Rückmeldungsgestaltung für die Leistungsentwicklung im Fach Mathematik. Unveröffentlichte Dissertation: Universität Heidelberg.
- Renkl, A. & Atkinson, R. K. (2003). Structuring the transition from example study to problem solving in cognitive skills acquisition: A cognitive load perspective. *Educational Psychologist*, 38, 15-22.
- Renkl, A. & Stern, E. (1994). Die Bedeutung von kognitiven Eingangsvoraussetzungen und schulischen Lerngelegenheiten für das lösen von einfachen und komplexen Textaufgaben. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 8 (1), 27-39.
- Renkl, A. & Wortham, D.W. (2000). Learning from examples: Instructional principles from the worked examples research. *Review of Educational Research*, 70, 181-214.
- Renninger, K.A. (2000). Individual interest and its implications for understanding intrinsic motivation. In: C. Sansone and J.M. Harackiewicz (Eds.) *Intrinsic motivation: Controversies and new directions* (pp. 373-404). San Diego: Academic Press.
- Reusser, K. (1984). Problemlösen in wissens-theoretischer Sicht. Problemformulierung und Problemverständnis. Unveröffentlichte Dissertation: Universität Bern.
- Reusser, K. (1990). From test to situation to equation: Cognitive stimulation of understanding and solving mathematical word problems. In: H. Mandl, E. DeCorte, N. Bennett & H.F. Friedrich (Eds.), *Learning and Instruction: Analysis of complex skills and complex knowledge domains*, 477-498. Oxford: Pergamon Press.
- Reusser, K. (1994). Tutoring Mathematical Text Problems: From Cognitive Task Analysis to Didactic Tools. In: S. Vosniadou, E. DeCorte & H. Mandl (Eds.), *Technology-Based Learning Environments. Psychological and Educational Foundations*, 174-182. Berlin: Springer.
- Reusser, K. (1998). Denkstrukturen und Wissenserwerb in der Ontogenese. In: F. Klix & H. Spada (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich C: Theorie und Forschung. Serie II: Kognition. Band G: Wissenspsychologie*, 115-166. Göttingen: Hogrefe.
- Reusser, K. (2000). Success and failure in school mathematics: effects of instruction and school environment. *European Child & Adolescence Psychiatry*, 9(II) S.II/17-II/26.

- Reusser, K. & Stebler, R. (1997). Every Word Problem has a Solution - the Social Rationality of Mathematical Modeling in Schools. *Learning and Instruction*, 7(4), 309-327.
- Reusser, K. & Stern, E. (1997). Erwerb mathematischer Kompetenzen - Ergebnisse aus dem SCHOLASTIK-Projekt. In: F. E. Weinert & A. Helmke (Hrsg.) *Entwicklung im Grundschulalter*, 157-170. Weinheim: PVU.
- Rheinberg, F. (1980). Leistungsbewertung und Lernmotivation. Göttingen: Hogrefe.
- Rheinberg, F. (1982). Bezugsnorm-Orientierung von Lehramtsanwärtern im Verlauf ihrer praktischen Ausbildung. In: F. Rheinberg (Ed.), *Jahrbuch für Empirische Erziehungswissenschaft 1982*, 235-248. Düsseldorf: Schwann.
- Rheinberg, F. (1985). Motivationsanalysen zur Interaktion mit Computern. In: Mandl, H. & Fischer, P.M. (Hrsg.). *Lernen im Dialog mit dem Computer*, 83-105. München: U & S.
- Rheinberg, F. & Minsel, B. (1994). Psychologie des Erziehers. In: B. Weidenmann & A. Krapp, *Pädagogische Psychologie*. München: PVU.
- Rheinberg, F. & Siegbert, K. (1993). Motivationsförderung im Schulalltag. Konzeption, Realisation und Evaluation. Göttingen: Hogrefe.
- Rheinberg, F. (1999). Trainings auf der Basis eines kognitiven Motivationsmodells. In: F. Rheinberg & S. Krug, *Motivationsförderung im Schulalltag. Psychologische Grundlagen und praktische Durchführung*. Band 8/Reihe: Ergebnisse der Pädagogischen Psychologie. Göttingen: Hogrefe.
- Rheinberg, F. (2006a). Bezugsnorm-Orientierung. In: D.H. Rost (Ed.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*, 55-62. Weinheim: Beltz, PVU.
- Rheinberg, F. (2006b). Intrinsische Motivation und Flow-Erleben. In: J. Heckhausen und H. Heckhausen (Hrsg.), *Motivation und Handeln*, 3. Aufl., 331-354. Heidelberg: Springer.
- Rheinberg, F. & Krug, S. (1999). Motivationsförderung im Schulalltag. 2. Aufl. Göttingen: Hogrefe.
- Riemenschneider, I.; Hanfstingl, B. & Rollett, B. (2005). AutoPLS: Implementierung der Automatisierung pfadanalytischer Berechnungen auf Basis des Partial Least Squares Algorithmus nach Wold (1979), VII. *Tagung der Fachgruppe Methoden und Evaluation*, Münster.
- Riley, M.S., Greeno, J.G. & Heller, J.H. (1983). Development of children's problem solving ability in arithmetic. In H.P. Ginsburg (Ed.), *The development of mathematical thinking*, 153-196. New York: Academic Press.
- Robertson, J.S. (2000). Is attribution training a worthwhile classroom intervention for K-12 students with learning difficulties? *Educational Psychology Review*, 12, 111-134.
- Roeder, B. (1998). Evaluation computerunterstützten Lernens im Mathematikunterricht. In: M. Greisbach, U. Kulik & E. Souvignier (Hrsg.), *Von der Lernbehindertenpädagogik zur Praxis schulischer Lernförderung*, 251-259. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Roeder, U.R.; Roeder, B. & Schürer, S. (2002). Mit dem Computer lernen - ein Feldversuch: Evaluation der Lernsoftware Lernstar®. In: B. Spinath & E. Heise (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie unter gewandelten gesellschaftlichen Bedingungen. Dokument des 5. Dortmunder Symposiums für Pädagogische Psychologie*. Schriftenreihe Pädagogische Psychologie, Bd. 5, 113-129. Hamburg: Dr. Kovač.
- Roeser, R.W.; Midgley, C. & Urdan, T.C. (1996). Perceptions of the School Psychological Environment and Early Adolescents' Psychological and Behavioral Functioning in School: The Mediating Role of Goals and Belonging. *Journal of Educational Psychology*, 88(3), 408-422.

- Rogalla, M. & Vogt, F. (2008). Förderung adaptiver Lehrkompetenz: eine Interventionsstudie. *Unterrichtswissenschaft*, 36(1), 17-36.
- Rollett, B. (1994). Anstrengungsvermeidung in Schule und Beruf. In: G. Gittler, M. Jirasko, U. Kastner-Koller, C. Korunka & A. Al-Roubaie (Hrsg.), *Die Seele ist ein weites Land*. Aktuelle Forschung am Wiener Institut für Psychologie, 81-92. Wien: WUV.
- Rollett, B. (1996). Problem solving and the mathematically gifted student. A psychological perspective. In: A. Posamentier & W. Schulz (Hrsg.), *The Art of problem solving. A resource for the mathematics teacher*, 431-444. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Rollett, B. (1997). Lernen und Lehren. Eine Einführung in die pädagogische Psychologie und ihre entwicklungspsychologischen Grundlagen. Wien: WUV.
- Rollett, W. (2005). Anstrengungsvermeidungsmotivation, Lernemotionen und Lernstrategieinsatz bei Studierenden. *Vortrag auf der 67. Tagung der Arbeitsgruppe für Empirische Pädagogische Forschung*, Salzburg.
- Rosenberg, E.L. (1998). Levels of analysis and the organization of affect. *Review of General Psychology*, 2, 247-270.
- Roseman, I.J. & Smith, C.A. (2001). Appraisal Theory: Overview, Assumptions, Varieties, Controversies. In: K.R. Scherer, A. Schorr & T. Johnstone (Eds.), *Appraisal Processes in Emotion. Theory, Methods, Research*, 3-19. Oxford: University Press.
- Roseman, I.J.; Wiest, C. & Swartz, T.S. (1994). Phenomenology, behaviors, and goals differentiate discrete emotions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67(2), 206-221.
- Rosemann, H. (1978). Kinder im Schulstress. Frankfurt a.M.: Fischer Taschenbuch Verlag.
- Ross, S.M. & Morrison, G.R. (1993). Using Feedback to Adapt Instruction for Individuals. In: J. Dempsey & G. Sales (Eds.), *Interactive instruction and feedback*, 177-195. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Rost, D.H. (2007). Interpretation und Bewertung pädagogisch-psychologischer Studien. Eine Einführung. Weinheim: Beltz.
- Rost, D. & Sparfeldt, J. (2002). Facetten des schulischen Selbstkonzepts. Ein Verfahren zur Messung des differentiellen Selbstkonzepts schulischer Leistungen und Fähigkeiten (DISK-Gitter). *Diagnostica*, 48(3), 130-140.
- Rothermund, K. & Eder, A. (2009). Emotion und Handeln. In: V. Brandstätter & J.H. Otto (Hrsg.), *Handbuch der Allgemeinen Psychologie - Motivation und Emotion*, Band 11, 675-685. Göttingen: Hogrefe.
- Russon, A.E.; Josefowitz, N. & Edmonds, C.V. (1994). Making computer instruction accessible: Familiar analogies for female novices. *Computers in Human Behavior*, 10(2), 175-187.
- Ruthven, K.; Hennessy, S. & Brindley, S. (2004). Teacher representations of the successful use of computer-based tools and resources in secondary-school English, mathematics and science. *Teaching and Teacher Education*, 20, 259-275.
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55, 68-78.
- Saldern, M. & Littig, K.E. (1987). Landauer Skalen zum Sozialklima. Weinheim: Beltz.

- Sales, G.C. (1993). Adapted and Adaptive Feedback in Technology-Based Instruction. In: J. Dempsey & G. Sales (Eds.), *Interactive Instruction and Feedback*. New Jersey: Educational Technology Publications.
- Salovey, P.; Rothman, A. J.; Detweiler, J. B. & Steward, W. (2000). Emotional states and physical health. *American Psychologist*, 55, 110-121.
- Sansone, C.; Weir, C.; Harpster, L. & Morgan, C. (1992). Once a boring task always a boring task?: Interest as a self-regulatory mechanism. *Journal of Personality and Social Psychology*, 63, 379-390.
- Saranson, I.G. (1984). Stress, Anxiety, and Cognitive Interference: Reactions to Tests. *Journal of Personality and Social Psychology*, 46(4), 929-938.
- Satow, L. (1999). Zur Bedeutung des Unterrichtsklimas für die Entwicklung schulbezogener Selbstwirksamkeitserwartungen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 31(4), 171-179.
- Schachter, S. (1964). The interaction of cognitive and physiological determinants of emotional state. In: L. Berkowitz (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology*, Vol.1, 49-80. New York: Academic Press.
- Schank, R.C. (1999). *Dynamic memory revisited*. Cambridge: University Press.
- Schank, R. & Neaman, A. (2001). Motivation and Failure in Educational Simulation Design. In: K.D. Forbus & P.J. Feltovich (Eds.), *Smart Machines in Education*, 37-70. Menlo Park: AAAI Press.
- Schaumburg, H.; Prasse, D.; Tschackert, K. & Blömeke, S. (2007). Lernen mit Notebook-Klassen. Endbericht zur Evaluation des Projekts „1000mal1000:Notebooks im Schulranzen“. Bonn: Schulen ans Netz e.V.
- Scherer, K.R. (1984a). Emotion as a multicomponentprocess: A model and some cross-cultural data. *Review of Personality and Social Psychology*, 5, 37-63.
- Scherer, K.R. (1984). On the nature and function of emotion: A component process approach. In: K.R. Scherer & P. Ekman (Eds.), *Approaches to emotion*, 293-317. Hillsdale: Erlbaum.
- Scherer, K.R. (1990). Theorien und aktuelle Probleme der Emotionspsychologie. In: K.R. Scherer (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie* (C, IV, 3). Psychologie der Emotion, 1- 38. Göttingen: Hogrefe.
- Scherer, K.R. (2001). The Nature and Study of Appraisal. In: K.R. Scherer, A. Schorr & T. Johnstone (Eds.), *Appraisal Processes in Emotion. Theory, Methods, Research*, 369-392. Oxford Univ. Press.
- Scherer, K.R.; Schorr, A. & Johnstone, T. (Eds.) (2001). *Appraisal Processes in Emotion.Theory, Methods, Research*, 369-392. Oxford: University Press.
- Schiefele, U. (1991). Interest, learning, and motivation. *Educational Psychologist*, 26, 299-323.
- Schiefele, U. (1996). Topic interest, text representation, and quality of experience. *Contemporary Educational Psychology*, 21, 3-18.
- Schiefele, U. (1998). Individual interest and learning - what we know and what we don't know. In: L. Hoffmann, A. Krapp, K.A. Renninger & J. Baumert (Eds.), *Interest and learning*, 91-104. University of Kiel: Institute for Science Education.
- Schiefele, U. (2001). The role of interest in motivation and learning. In: J. M. Collis & S. Messick (Eds.), *Intelligence and personality: Bridging the gap in theory and measurement*, 163-194. Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Schiefele, U.; Krapp, A. & Schreyer, I. (1993). Metaanalyse des Zusammenhangs von Interesse und schulischer Leistung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 25, 120-148.
- Schiefele, H. & Prenzel, M. (1991). Motivation und Interesse. In: L. Roth (Hrsg.), *Pädagogik. Handbuch für Studium und Praxis*, 813-823. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Schilling, S.R.; Sparfeldt, J.R. & Rost, D.H. (2006). Facetten schulischen Selbstkonzepts. Welchen Unterschied macht das Geschlecht? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(1/2), 9-18.
- Schleppenbach, M.; Flevares, L.C.; Sims, L.M.; Perry, M. (2007). Teachers' Responses to Student Mistakes in Chinese and U.S. Mathematics Classrooms. *The Elementary School Journal*, 108 (2), 131-147.
- Schlöglmann, W. (2002). Affect and mathematics learning. In: A.D. Cockburn & E. Nardi (Eds.). *Proceedings of the 26th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, University of East Anglia, Norwich 2002/4, 185-192.
- Schmitz, B. & Wiese, B. (1999). Eine Prozessstudie selbstregulierten Lernverhaltens im Kontext aktueller affektiver und motivationaler Faktoren. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 31 (4), 157-170.
- Schneider, E. (1992). Analyse mathematischer Problemlösungsprozesse im Dialog. *Unveröffentlichte Diplomarbeit*. Universität Wien.
- Schnotz, W. (2001). Wissenserwerb mit Multimedia. *Unterrichtswissenschaft*, 29(4), 292-318.
- Schober, B.; Finsterwald, M.; Wagner, P.; Lüftenegger, M.; Aysner, M. & Spiel, C. (2007). TALK - A Training Program to Encourage Lifelong Learning in School. *Zeitschrift für Psychologie (Journal of Psychology)*, 215(3), 183-193.
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. New York: Academic Press.
- Schoenfeld, A.H. (1989). Teaching mathematical thinking and problem solving. In: L.B. Resnick & L.E. Klopfer (Eds.), *Toward the Thinking Curriculum: Current Cognitive Research*, 83-103. 1989 Yearbook of the Association for Supervision and Curriculum Development.
- Schöne, C.; Dickhäuser, O.; Spinath, B. & Stiensmeier-Pelster, J. (2004). Zielorientierung und Bezugsnormorientierung: Zum Zusammenhang zweier Konzepte. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 18, 93-99.
- Schoppek, W. (subm.). Efficient computer assisted practice based on a hierarchy of arithmetic skills. *Computers in Human Behavior*.
- Schoppek, W. & Tulis, M. (2010). Enhancing arithmetic and word problem solving skills efficiently by individualized computer-assisted practice. *The Journal of Educational Research*, 103(4), 239-252.
- Schoy-Lutz, M. (2005). *Fehlerkultur im Mathematikunterricht*. Hildesheim: Franz-Becker Verlag.
- Schraw, G.; Flowerday, T. & Lehman, S. (2001). Increasing situational interesting the classroom. *Educational Psychology Review*, 13 (3), 211-224.
- Schraw, G. & Lehman, S. (2001). Situational interest: A review of the literature and directions for future research. *Educational Psychology Review*, 13, 23-52.
- Schreiner, C. & Schwantner, U. (Hrsg.) (2009). *PISA 2006. Österreichischer Expertenbericht zum Naturwissenschafts-Schwerpunkt*. Graz: Leykam.

- Schroeder, T.L. (1991). Teachers' and students' beliefs and opinions about the teaching and learning of mathematics in grade 4 in British Columbia. In: F. Furinghetti (Ed.), *Proceedings of the 15th PME International Conference*, 3, 238-245.
- Schuhmacher, P. & Morahan-Martin, J. (2001). Gender, Internet and computer attitudes and experiences. *Computers in Human Behavior*, 17(1), 95-110.
- Schulmeister, R. (1997). Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. München: Oldenbourg.
- Schulmeister, R. (2000). Didaktische Aspekte hypermedialer Lernumgebungen. In: R. Kammerl (Hrsg.), *Computerunterstütztes Lernen*, 40-52. München: Oldenbourg.
- Schultheiss, O.C. & Brunstein, J.C. (2005). An implicit motive approach to competence. In: A.J. Elliot & C.S. Dweck (Eds.), *Handbook of competence and motivation*, 31-51. New York: Guilford.
- Schulz-Zander, R. (2000). Lernen mit neuen Medien - Medienkompetenz als Schlüsselqualifikation. In R. Apflauer & A. Reiter (Hrsg.). *Schule Online. Das Handbuch zum Bildungsmedium Internet*, 105-115. Wien: Public Voice.
- Schunk, D.H. (1996). Goal and self-evaluative influences during children's cognitive skill learning. *American Educational Research Journal*, 33, 359-382.
- Schunk, D.H. & Pajares, F. (2002). The development of academic self-efficacy. In: A. Wigfield & J.S. Eccles (Eds.), *Development of achievement motivation*, 15-31. San Diego: Academic Press.
- Schunk, D.H.; Pintrich, P.R. & Meece, J.L. (2008). *Motivation in Education. Theory, Research, and Applications*, 3. Aufl. New Jersey: Pearson.
- Schutz, P.A. & DeCuir, J.T. (2002). Inquiry on Emotions in Education. *Educational Psychologist*, 37(2), 125-134.
- Schutz, P.A.; Hong, J.Y.; Cross, D.I. & Osbon, J.N. (2006). Reflections on Investigating Emotion in Educational Activity Settings. *Educational Psychology Review*, 18, 343-360.
- Schwab, J. & Stegmann, M. (1999). Die Windows-Generation. Profile, Chancen und Grenzen jugendlicher Computeraneignung. München: KoPäd-Verl.
- Schwarz, N. (1990). Feelings as information: Informational and motivational functions of affective states. In: E.T. Higgins & R. M. Sorrentino (Eds.), *Handbook of Motivation and Cognition. Foundations of Social Behavior*, 527-562. New York: Guilford.
- Schwarz, N. & Bohner, G. (1996). Feelings and Their Motivational Implications: Moods and the Action Sequence. In: P.M. Gollwitzer & J.A. Bargh (Eds.), *The Psychology of Action. Linking Cognition and Motivation to Behavior*, 119-145. New York: The Guilford Press.
- Schwarz, N. & Clore, G. L. (1996). Feelings and phenomenal experiences. In: E.T. Higgins & A.W. Kruglanski (Eds.), *Social Psychology: Handbook of basic principles*, 433-465. New York: Guilford Press.
- Schwarzer, R. (1983). Unterrichtsklima als Sozialisationsbedingung für Selbstkonzeptentwicklung. *Unterrichtswissenschaft*, 2, 129.
- Schwarzer, R. (1993). Streß, Angst und Handlungsregulation. Stuttgart: Kohlhammer.
- Schwarzer, R. (1995). Entwicklungskrisen durch Selbstregulation meistern. In: W. Edelstein (Hrsg.), *Entwicklungskrisen kompetent meistern*, 25-34. Heidelberg: Asanger.
- Schwarzer, C. & Buchwald, P. (2002). Motivation, Emotion and Math Performance at School. In: C. Schwarzer & M. Zeidner (Eds.), *Developmental Issues in Stress and Coping (S. 81-92)*. Aachen: Shaker.
- Schwarzer, R. & Jerusalem, M. (1982). Selbstwertdienliche Attributionen nach Leistungsrückmeldungen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 14, 47-57.

- Schwarzer, R. & Jerusalem, M. (1983). Selbstkonzeptentwicklung in schulischen Bezugsgruppen: Eine dynamische Mehrebenenanalyse. *Zeitschrift für Personenzentrierte Psychologie und Psychotherapie*, 2, 79-87.
- Schwarzer, R. & Jerusalem, M. (Hrsg.) (1999). Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen. Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen der Wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs Selbstwirksame Schulen. Berlin: Freie Universität Berlin.
- Schwarzer, R.; Lange, B. & Jerusalem, M. (1982). Die Bezugsnorm des Lehrers aus der Sicht des Schülers. In: F. Rheinberg (Hrsg.), *Bezugsnormen zur Schulleistungsbewertung. Jahrbuch für Empirische Erziehungswissenschaft*, 161-172. Düsseldorf: Schwann.
- Schweinle, A.; Turner, J.C. & Meyer, D.K (2002). Motivational and Affective Quality of students' Experiences in mathematics Classrooms. *Poster presented at American Psychological Association Annual Conference, Chicago*.
- Schwenck, C. & Schneider, W. (2003). Der Zusammenhang von Rechen- und Schriftsprachkompetenz im frühen Grundschulalter. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 17(3/4), 261-267.
- Schwenkmezger, P.; Hodapp, V. & Spielberger, C.D. (1992). Das State-Trait-Ärgerausdrucks-Inventar STAXI. Bern: Huber.
- Schwinger, M. & Wild, E. (2006). Die Entwicklung von Zielorientierungen im Fach Mathematik von der 3.- 5. Jahrgangsstufe. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(4), 269-278.
- Schwonke, R.; Wittwer, J.; Alevan, V.; Salden, R.; Krieg, C. & Renkl, A. (2007). Can Tutored Problem Solving Benefit From Faded Worked-Out Examples? In: Vosniadou, S.; Kayser, D. & Protopapas, A. (Eds.), *Proceedings of EuroCogSci 07. The European Cognitive Science Conference 2007*, 59-64. New York: Erlbaum.
- Schworm, S. & Renkl, A. (2006) Computer-supported example-based learning: When instructional explanations reduce self-explanations. *Computers and Education*, 46(4), 426-445.
- Sedlmeier, P., Böhm, M., Lindner, S., Schmidt, M. (2006). PISA aus Lehrersicht. Mögliche Ursachen und Verbesserungsvorschläge. *Unterrichtswissenschaft*, 34(1), 46-69.
- Sedlmeier, P. & Wetzler, M. (1998). Was sollte ein Tutorssystem wissen? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 12(4), 219-233.
- Sedighian, K. (1996). An Investigation of Design Factors of Game-Based Electronic Learning Environments. *Proceedings of the International Conference on Learning Sciences (ICLS)*, 589-590.
- Seegers, G. & Boekaerts, M. (1993). Task motivation and mathematics achievement in actual task situations. *Learning and Instruction*, 3, 133-150 .
- Seidel, T. (1999). Wollen Lehrerinnen und Lehrer Computer einsetzen? Eine Untersuchung zur Akzeptanz von unterrichtlichem Computer- und Netztechnologieeinsatz. *Computer und Unterricht*, 33, 42-44.
- Seidel, T.; Prenzel, M.; Duit, R.; Euler, M.; Geiser, H.; Hoffmann, L.; Lehrke, M.; Müller, C.T. & Rimmel, R. (2002). „Jetzt bitte alle nach vorne schauen!“ - Lehr-Lernskripts im Physikunterricht und damit verbundene Bedingungen für individuelle Lernprozesse. *Unterrichtswissenschaft*, 30(1), 52-77.
- Seifried, J. & Klüber, C. (2006). Unterrichtserleben in schüler- und lehrerzentrierten Unterrichtsphasen. *Unterrichtswissenschaft*, 34 (1), 2-21.
- Seipp, B. & Schwarzer, C. (1991). Angst und Leistung - Eine Meta-Analyse empirischer Befunde. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 5(2), 85-97.

- Sembill, D.; Wolf, K.D.; Santjer, I.; Schumacher, L. & Wuttke, E. (1998). Prozessanalysen selbstorganisierten Lernens. In: K. Beck & R. Dubs (Hrsg.), *Lehr-Lern-Prozesse in der kauf-männischen Erstausbildung. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*. Beiheft 14, 57-79.
- Shaw, S.; Caldwell, L. & Kleiber, D. (1996). Boredom, stress, and social control in the daily lives of adolescents. *Journal of Leisure Research*, 28, 274-292.
- Sherhoff, D.J.; Csikszentmihalyi, M.; Schneider, B. & Sherhoff, E.S. (2003). Student Engagement in High School Classrooms from the Perspective of Flow Theory. *School Psychology Quarterly*, 18(2), 158-176.
- Shin, E.C.; Schallert, D.L. & Savenye, W.C. (1994). Effects of learner control, advisement, and prior knowledge on young students' learning in a hypertext environment. *Educational Technology Research & Development*, 42(1), 33-46.
- Shuell, T.J. & Farber, S.L. (2001). Students' perceptions of technology use in college courses. *Journal of Educational Computing Research*, 24, 119-138.
- Shute, V.J. & Psotka, J. (1996). Intelligent Tutoring Systems: Past, Present, and Future. In: D.H. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research for Educational Communications and Technology. A Project of the Association for Educational Communications and Technology*, 570-600. New York: Macmillan.
- Sideridis, G.D. (2005). Goal orientation, academic achievement, and depression: Evidence in favour of a revised goal theory framework. *Journal of Educational Psychology*, 97, 366-375.
- Siegler, R. S. (2002). Microgenetic Studies of Self-Explanation. In: Granott, N. & Parziale, J. (Eds.), *Microdevelopment. Transition Processes in Development and Learning*. Cambridge: Cambridge University Press, 31-58.
- Siemer, M.; Mauss, I. & Gross, J.J. (2007). Same Situation - Different Emotions: How Appraisals Shape Our Emotions. *Emotion*, 7(3), 592-600.
- Simon, F.B. (1997). *Die Kunst, nicht zu lernen. Und andere Paradoxien in Psychotherapie, Management, Politik*. Heidelberg: Carl-Auer-Verlag.
- Singer, J.D., & Willett, J.B. (2003). *Applied longitudinal data analysis: Modeling change and event occurrence*. New York: Oxford University Press.
- Skaalvik, E.M. (1997). Issues in research on self-concept. In: M.L. Maehr & P.R. Pintrich (Eds.), *Advances in motivation and achievement*, Vol. 10, 51-98. Greenwich, CN: JAI Press.
- Snow, R. (1989). Aptitude-Treatment Interaction as a framework for research on individual differences in learning. In P. Ackerman, R.J. Sternberg & R. Glaser (Eds.), *Learning and Individual Differences*. New York: W.H. Freeman.
- Snow, R.E. & Lohman, D.F. (1984). Toward a theory of cognitive aptitude for learning from instruction. *Journal of Educational Psychology*, 76(3), 347-376.
- Solzbacher, C. (2008a). Was denken Lehrerinnen und Lehrer über individuelle Förderung? *Pädagogik*, 3, 38-42.
- Solzbacher, C. (2008b). Positionen von Lehrerinnen und Lehrern zur individuellen Förderung in der Sekundarstufe I - Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. In: I. Kunze & C. Solzbacher (Hrsg.), *Individuelle Förderung in der Sekundarstufe I und II*, 27-44. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Sowder, L. (1989). Searching for Affect in the Solution of Story Problems in Mathematics. In: D.B. McLeod & V.M. Adams. (Eds.), *Affect and Mathematical Problem Solving*, 104-148. New York: Springer.

- Spangler, G. (1997). Psychological and physiological responses during an exam and their relation to personality characteristics. *Psychoneuroendocrinology*, 22, 423-441.
- Spiel, C. (2006). Grundkompetenzen für lebenslanges Lernen - eine Herausforderung für Schule und Hochschule? In: R. Fatke & H. Merkens (Hrsg.). *Bildung über die Lebenszeit*, 85-96. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Spiel, C. & Wagner, P. (2002). Arbeitszeit für die Schule: Hausaufgaben und mehr. *Empirische Pädagogik*, 16 (3).
- Spielberger, C.D. (1975) Anxiety: state-trait process. In: C.D. Spielberger & I.G. Sarason (Ed.) *Stress and Anxiety*, Vol.1. New York: Wiley.
- Spielberger, C.D. (1988). *Manual for the State-Trait Anger Expression Inventory (STAXI)*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Spielberger, C.D.; Gorsuch, R.L. & Lushene, R.E. (1970). *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Spinath, B. & Stiensmeier-Pelster, J. (2003). Goal orientation and achievement: the role of ability self-concept and failure perception. *Learning and Instruction*, 13, 403-422.
- Spychiger, M.; Kuster, R. & Oser, F. (2006). Dimensionen von Fehlerkultur in der Schule und ihre Messung. Der Schülerfragebogen zur Fehlerkultur im Unterricht für Mittel- und Oberstufe. *Revue suisse des sciences de l'éducation*, 28(1), 87-110.
- Spychiger, M.; Mahler, F.; Hascher, T. & Oser, F. (1998). Der Fehlerfragebogen S-UFS. Fehlerkultur aus der Sicht von Schülerinnen und Schülern. Freiburg, Pädagogisches Institut: *Schriftenreihe zum Projekt „Lernen Menschen aus Fehlern?“*, Nr. 4.
- Spychiger, M.; Oser, F.; Hascher, T. & Mahler, F. (1999). Zur Entwicklung einer Fehlerkultur in der Schule. In: W. Althof (Hrsg.) (1999). *Fehlerwelten*, 43 -70. Opladen: Leske + Budrich.
- Stadler, G. & Krauss, S. (2002). Rezeption der PISA-Ergebnisse - Eine Befragung von deutschen Mathematiklehrkräften. Beiträge zum Mathematikunterricht 2002. Franzbecker: Hildesheim.
- Stanat, P. & Kunter, M. (2004). Kompetenzerwerb, Bildungsbeteiligung und Schullaufbahn von Mädchen und Jungen im Ländervergleich. In: PISA Konsortium Deutschland (Hrsg.): *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland - Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs*, 211-242. Münster/New York/München/Berlin.
- Stark, R. (2001). Analyse und Förderung beispielbasierten Lernens: Anwendung eines integrativen Forschungsparadigmas. *Unveröffentlichte Habilitation*. LMU München.
- Staub, F.C.; Reusser, K. & Stebler, R. (1992). Learning to solve mathematical story problems through collaborative problem-solving using a computer tool. University of Bern. Technical Report.
- Staub, F. C. & Stern, E. (2002). The Nature of Teacher's Pedagogical Content Beliefs Matters for Students' Achievement Gains: Quasi-Experimental Evidence From Elementary Mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 344- 355.
- Stern, E. (1992). Warum werden Kapitänsaufgaben gelöst? - Das Verstehen von Textaufgaben aus psychologischer Sicht. *Mathematikunterricht*, 5, 7-13.
- Stern, E. (1994a). Wie viele Kinder bekommen keinen Mohrenkopf? Zur Bedeutung der Kontexteinbettung beim Verstehen des quantitativen Vergleiches. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 24, 79-94.

- Stern, E. (1994b). A Microgenetic Longitudinal Study on the acquisition of word problem solving skills. In: J. van Luit (Ed.), *Research in Learning and Instruction of Mathematics in Kindergarten and Primary School*, 229-242. Dötinchem/Rapallo: Graviant Publishing Company.
- Stern, E. (1998). *Die Entwicklung des mathematischen Verständnisses im Kindesalter*. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Stern, E. (1999). Development of Mathematical Competencies. In: F.E. Weinert & W. Schneider (Hrsg.), *Individual Development From 3 to 12. Findings From the Munich Longitudinal Study*, 154-170, Cambridge: University Press.
- Stern, E. (2003). Früh übt sich - Neuere Ergebnisse aus der LOGIK-Studie zum Lösen mathematischer Textaufgaben. In: A. Fritz, G. Ricken; S. Schmidt (Hrsg.), *Handbuch Rechenschwäche*, 116 - 130. Weinheim: Beltz.
- Steyer, R.; Schwenkmezger, O.; Notz, P. & Eid, M. (1997). *Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF)*. Göttingen: Hogrefe.
- Stigler, J. W.; Gallimore, R. & Hiebert, J. (2000). Using video surveys to compare classrooms and teaching across cultures: examples and lessons from the TIMSS video Studies. *Educational Psychologist*, 35, 87-100.
- Stigler, J.W.; Gonzales, P.; Kawanaka, T.; Knoll, S. & Serrano, A. (1999). *The TIMSS videotape classroom study: Methods and findings from an exploratory research project on eighth-grade mathematics instruction in Germany, Japan, and the United States (NCES 1999-074)*. Washington, DC: U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics.
- Stigler, J., & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap: Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom*. New York: Free Press.
- Stipek, D.J. (1996). Motivation and Instruction. In: D.C. Berliner & R.C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology*, 85-113. New York: Macmillan.
- Stipek, D.J. & Gralinski, J.H. (1991). Gender differences in children's achievement-related beliefs and emotional responses to success and failure in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 83(3), 361-371.
- Stipek, D.J. & Mason, T.C. (1987). Attributions, emotions, and behaviour in the elementary school classroom. *Journal of Classroom Interaction*, 22(2), 122-130.
- Stipek, D.; Salmon, J.M.; Givvin, K.B. & Kazemi, E. (1998). The Value (and Convergence) of Practices Suggested by Motivation Research and Promoted by Mathematics Education Reformers. *Journal of Research in Mathematics Education*, 29(4), 465-488.
- Stodolsky, S.S.; Salk, S. & Glässner, B. (1991). Student views about learning, math, and social studies. *American Educational Research Journal*, 28, 89-116.
- Straka, G.A. & Macke, G. (2004). The impact of experienced work conditions on dimensions of self-directed learning. In: M. Wosnitza, A. Frey & R.S. Jäger (Eds.), *Lernprozess, Lernumgebung und Lerndiagnostik: Wissenschaftliche Beiträge zum Lernen im 21. Jahrhundert*, 129-137. Landau: VEP.
- Streblo, L. (2004). *Bezugsrahmen und Selbstkonzeptgenese*. Waxmann: Münster.
- Strittmatter, P. (1993). *Schulangstreduktion. Abbau von Angst in schulischen Leistungssituationen*. Neuwied: Luchterhand.
- Swanson, H.L. (2006). Cross-sectional and incremental changes in working memory and mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 98, 265-281.

- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285.
- Sweller, J.; Mawer, R.F. & Ward, M.R. (1983). Development of expertise in mathematical problem solving. *Journal of Experimental Psychology*, 112(4), 639-661.
- Tangney, J.P. (1995). Shame and guilt in interpersonal relationships. In: J.P. Tangney & K.W. Fischer (Eds.), *Self-conscious emotions: Shame, guilt, embarrassment, and pride*, 114-139. New York: Guilford.
- Tesser, A. (1988). Toward a self-evaluation maintenance model of social behavior. *Advances in experimental social psychology*, 21, 181-227.
- Thevenot, C.; Devidal, M.; Barrouillet, P. & Fayol, M. (2007). Why does placing the question before an arithmetic word problem improve performance? A situation model account. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(1), 43-56.
- Tiedemann, J. (2000). Gender-related Beliefs of Teachers in Elementary School Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 41, 191-207.
- Tiedemann, J. & Faber, G. (1994). Mädchen und Grundschulmathematik. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 26(2), 101-111.
- Tiedemann, J. & Faber, G. (1995). Mädchen im Mathematikunterricht: Selbstkonzept und Kausalattributionen im Grundschulalter. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 27, 61-71.
- Tillmann, K.J.; Holler-Nowitzki, B. & Holtappels, H.G. (1999): Schülergewalt als Schulproblem. Weinheim.
- Tillmann, K.J. & Wischer, B. (2006). Heterogenität in der Schule - Forschungsstand und Konsequenzen. *Pädagogik*, 3, 44-48.
- Titz, W. (2001). Emotionen von Studierenden in Lernsituationen: explorative Analysen und Entwicklung von Selbstberichtskaalen. Münster: Waxmann.
- Trautwein, U.; Köller, O.; Schmitz, B. & Baumert, J. (2002). Do homework assignments enhance achievement? A multilevel analysis in 7th-grade mathematics. *Contemporary Educational Psychology*, 27, 26-50.
- Trautwein, U., Schnyder, I., Niggli, A., Neumann, M., & Lüdtke, O. (2009). Chameleon effects in homework research: The homework-achievement association depends on the measures used and the level of analysis chosen. *Contemporary Educational Psychology*, 34, 77-88.
- Treiber, B.; Weinert, F.E. & Groeben, N. (1982). Unterrichtsqualität, Leistungsniveau von Schulklassen und individueller Lernfortschritt. *Zeitschrift für Pädagogik*, 27(4), 563-576.
- Tronsky, L.N. & Royer, J.M. (2002) Relationships among basic computational automaticity, working memory, and complex mathematical problem solving: What we know and what we need to know. In: J.M. Royer (Ed.), *Mathematical cognition*. Greenwich, CT: Infoage Publishing.
- Trope, Y. & Neter, E. (1994). Reconciling competing motives in self-evaluation: The role of self-control in feedback seeking. *Journal of Personality and Social Psychology*, 66, 646-657.
- Tsai, M.J. (2002). Do male students often perform better than female students when learning computers? A study of Taiwanese eight graders computer education through strategic and cooperative learning. *Journal of Educational and Computing Research*, 26(1), 67-85.
- Tsatsaroni, A.; Lerman, S. & Xu, G. (2003). A sociological description of changes in the intellectual field of mathematics education research: Implications for the identities of academics. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*, Chicago.

- Tulis, M. (2006). Merlins Rechenmühle 2.0. LehrerInnenfortbildung in Zusammenarbeit mit der regionalen Lehrerfortbildung und Ministerialbeauftragten für Gymnasien in Oberfranken. http://www.gymnasium.bayern.de/imperia/md/content/gymnasialnetz/oberfranken/fortbildungen_2005_2006.pdf [08.06.2009]
- Tulis, M. (2009). Interest, enjoyment and pride after success and failure in mathematics. *Fostering Communities of Learners. 13th Biennial Conference for Research on Learning and Instruction*, 385.
- Tulis, M. & Schoppek, W. (2006). Individuelle mathematische Förderung durch computerbasiertes Üben. In: F. Lösel & D. Bender (Hrsg.), 45. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie: Humane Zukunft gestalten, 368. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Tuominen-Soini, H.; Salmela-Aro, K. & Niemivirta, M. (2008). Achievement goal orientations and well-being. *Learning and Instruction*, 18, 251-266.
- Turner, J.E.; Husman, J.; Schallert, D.L. (2002). The Importance of Students' Goals in Their Emotional Experience of Academic Failure: Investigating the Precursors and Consequences of Shame. *Educational Psychologist*, 37(2), 79-89.
- Turner, J.C.; Meyer, D.K.; Anderman, E.M.; Midgley, C.; Gheen, M.; Kang, Y. & Patrick, H. (2002). The classroom environment and students' reports of avoidance strategies in mathematics: A multimethod study. *Journal of Educational Psychology*, 94, 88-106.
- Turner, J.E. & Schallert, D.L. (2001). Expectancy-value relationships of shame reactions and shame resiliency. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 320-329.
- Turner, G.M.; Sweany, N.W. & Husman, J. (2000). Development of the computer interface measure. *Journal of Educational Computing Research*, 22(1), 37-54.
- Turner, J.C.; Thorpe, P.K. & Meyer, D.K. (1998). Students' Reports of Motivation and Negative Affect: A theoretical and Empirical Analysis. *Journal of Educational Psychology*, 90(4), 758-771.
- Ulich, D. & Mayring, P. (1992). Psychologie der Emotionen. Stuttgart: Kohlhammer.
- Ulich, D.; Volland, C. & Kienbaum, J. (1999). Sozialisation von Emotionen: Erklärungskonzepte. *Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation*, 19(1), 7-19.
- Urdu, T., Midgley, C. & Anderman, E. (1998). The role of classroom goal structure in students use of self-handicapping strategies. *American Educational Research Journal*, 35, 101-122.
- Urdu, T. (2004). Predictors of academic self-handicapping and achievement: Examining achievement goals, classroom goal structures, and culture. *Journal of Educational Psychology*, 96, 251-264.
- Urhahne, D. (2008). Sieben Arten der Lernmotivation. *Psychologische Rundschau*, 59(3), 150-166.
- Utman, C.H. (1997). Performance effects of motivational state: A meta-analysis. *Personality and Social Psychology Review*, 1, 170 - 182.
- Valentine, J.C.; DuBois, D.L. & Cooper, H. (2004). The relations between self-beliefs and academic achievement: A systematic review. *Educational Psychologist*, 39, 111-133.
- Valtin, R. & Wagner, C. (2004). Der Übergang in die Sekundarstufe 1: Psychische Kosten der externen Leistungsdifferenzierung. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 51, 52-68.
- Van Dijk, T.A. & Kintsch, W. (1983). Strategies of discourse comprehension. New York: Academic Press.
- Van Dusen, L.M. & Worthen, B.R. (1995). The Impact of Integrated Learning System Implementation on Student Outcomes: Implications for Research and Evaluation. *International Journal of Educational Research*, 51, 25-37.

- Van Houten, R. (1980). Learning through feedback: A systematic approach for improving academic performance. New York: Human Science Press.
- Van Lehn, K. (1988). Toward a theory of impasse-driven learning. In: H. Mandl & A. Lesgold (Eds.), *Learning issues for intelligent tutoring systems*, 19-41. New York: Springer.
- Van Lehn, K. (1999). Rule learning events in the acquisition of a complex skill: An evaluation of Cascade. *Journal of the Learning Sciences*, 8(1), 71-125.
- Van Lehn, K., Siler, S., Murray, C., Yamauchi, T. & Baggett, W. B. (2003). Human tutoring: Why do only some events cause learning? *Cognition and Instruction*, 21(3), 209-249.
- Van Raaij, E.M. & Schepers, J. (2008). The acceptance and use of a virtual learning environment in China. *Computers & Education*, 50, 838-852.
- Vogler, J.S. & Bakken, L. (2007). Motivation across domains: Do goals and attributions change with subject matter for Grades 4 and 5 students? *Learning Environment Research*, 10, 17-33.
- Voigt, J. (1984). Interaktionsmuster und Routinen im Mathematikunterricht. Theoretische Grundlagen und mikroethnographische Falluntersuchungen. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- Volet, S.E. (1997). Cognitive and affective variables in academic learning: the significance of direction and effort in students' goals. *Learning and Instruction*, 7(3), 235-254.
- Volet, S. (2001). Understanding learning and motivation in context. A multidimensional and multi-level cognitive-situative perspective. In: S. Volet & S. Järvelä (Eds.), *Motivation in learning contexts: Theoretical and methodological implications*, 57-82. Amsterdam: Pergamon.
- Vom Hofe, R.; Pekrun, R.; Kleine, M. & Götz, T. (2002). Projekt zur Analyse der Leistungsentwicklung in Mathematik (PALMA). Konstruktion des Regensburger Mathematikleistungstests für 5.-10. Klassen. In: M. Prenzel & J. Doll (Hrsg.). *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen*, 45. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik, 38-100. Weinheim: Beltz.
- Von Rhöneck, C.; Grob, K.; Schnaitmann, G.W. & Völker, B. (1998). Learning basic electricity: how do motivation, cognitive and classroom climate factors influence achievement in physics? *International Journal of Science Education*, 20(5), 551-565.
- Wagner, J. (1999). Soziale Vergleiche und Selbsteinschätzungen. In: Rost, D (Hrsg.). *Reihe: Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie*. Münster: Waxmann.
- Wagner, P.; Schober, B. & Spiel, C. (2008). Time students spend working at home for school. *Learning and Instruction*, 18(4), 309-320.
- Walberg, H.J. & Paik, S.J. (2000). Effective educational practices. Vol. 3. Genf: International Academy of Education.
- Watson, D.; Clark, L.A. & Tellegen, A. (1998). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 1063-1070.
- Wegge, J. & Neuhaus, L. (2002). Emotionen bei der Büroarbeit am PC: Ein Test der „affective events“-Theorie. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*, 46(4), 173-184.
- Weiner, B. (1985). An attributional theory of motivation and emotion. *Psychological Review*, 92, 548-573.
- Weiner, B. (1994). Motivationspsychologie. Weinheim: Beltz.
- Weiner, B. (2006). Social motivation, justice, and the moral emotions: An attributional approach. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Ass.

- Weinert, F.E. & Helmke, A. (1995). Interclassroom differences in instructional quality and interindividual differences in cognitive development. *Educational Psychologist*, 30, 15-20.
- Weinert, F.E. (1997). Lernkultur im Wandel. In: E. Beck; T. Guldemann & M. Zuber (Hrsg.) *Lernkultur im Wandel*. 11-30. St. Gallen: UVK.
- Weinert, F.E. (1999). Bedingungen für mathematisch-naturwissenschaftliche Leistungen in der Schule und die Möglichkeiten ihrer Verbesserung. In: Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (Hrsg.), *Weiterentwicklung des mathematisch naturwissenschaftlichen Unterrichts*. Stuttgart: MKJS Baden-Württemberg.
- Weinert, F.E. & Helmke, A. (1997). *Entwicklung im Grundschulalter*. Weinheim: Beltz PVU.
- Weiss, H. M., & Cropanzano, R. (1996). Affective events theory: A theoretical discussion of the structure, causes and consequences of affective experiences at work. *Research in Organizational Behavior*, 18, 1-74.
- Wember, F.B. (1998). Die Bedeutung der Einzelfallforschung bei der Evaluation gemeinsamen Unterrichts. In: M. Greisbach, U. Kulik & E. Souvignier (Hrsg.), *Von der Lernbehinderten-pädagogik zur Praxis schulischer Lernförderung*, 231-240. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Wicker, F.W.; Payne, G.C. & Morgan, R.D. (1983). Participants descriptions of guilt and shame. *Motivation and Emotion*, 7, 25-39.
- Widodo, A. & Duit, R. (2004). Konstruktivistische Sichtweisen vom Lehren und Lernen und die Praxis des Physikunterrichts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 233-255.
- Wild, K.P. & Krapp, A. (1996). Die Qualität subjektiven Erlebens in schulischen und betrieblichen Lernumwelten: Untersuchungen mit der Erlebnisstichprobenmethode. *Unterrichtswissenschaft*, 24(1). 95-216.
- Wimmer, M. (2007). Entwicklung, Durchführung und Auswertung teilstandardisierter Schüler-Interviews zur Analyse des emotionalen Erlebens bei Fehlerrückmeldungen und Bewertungen des adaptiven Programms Merlins Rechenmühle. *Unveröffentlichte Zulassungsarbeit*, Universität Bayreuth.
- Winne, P.H. & Marx, R.W. (1989). A cognitive processing analysis of motivation within classroom tasks. In: C. Ames & R. Ames (Eds.) *Research on motivation in education*, Vol. 3, 223-257. Orlando, FL: Academic Press.
- Wirth, J. & Klieme, E. (2002). Computer literacy im Vergleich zwischen Nationen, Schulformen und Geschlechtern. *Unterrichtswissenschaft*, 30(2), 136-157.
- Wold, H. (1975). Soft modelling by latent variables; the nonlinear iterative partial least square approach. In: J. Gani (Ed.), *Perspectives in Probability and Statistics, Papers in Honour of M.S. Bartlett*, Academic Press, London.
- Woodworth, R.S. (1938). *Experimental Psychology*. New York: Holt.
- Wosnitza, M. (2004). The Mediating Role of the Perceived Learning Environment for the Self-Direction in Learning. In: M. Wosnitza, A. Frey & R.S. Jäger (Hrsg.), *Lernprozess, Lernumgebung und Lerndiagnostik. Wissenschaftliche Beiträge zum Lernen im 21. Jahrhundert*, 306-319. Landau: VEP.
- Wosnitza, M. & Volet, S. (2005). Origin, direction and impact of emotions in social online learning. *Learning and Instruction*, 15, 449-464.
- Wundt, W. (1896). *Grundriss der Psychologie*. Leipzig: Engelmann.

- Wuttke, E. (2000). Cognitive, Emotional and Motivational Processes in an Open Learning Environment - How to improve vocational education. In: K. Beck & K. Breuer (Hrsg.), *Arbeitspapiere WP*, Johannes-Gutenberg- Universität Mainz, Lehrstuhl für Wirtschaftspädagogik.
- Wyndhamn, J. & Säljö, R. (1997). Word problems and mathematical reasoning - a study of children's mastery of reference and meaning in textual realities. *Learning and Instruction*, 7(4), 361-382.
- Yasutake, D. & Bryan, T. (1995). The Influence of Induced Positive Affect on Middle School Children With and Without Learning Disabilities. *Learning Disabilities Research and Practice*, 10, 38-45.
- Yoshida, H.; Verschaffel, L. & DeCorte E. (1997). Realistic Considerations in Solving Problematic Word Problems: Do Japanese and Belgian Children have the same Difficulties? *Learning and Instruction*, 7(4), 329-338.
- Ysseldyke, J. & Bolt, D.M. (2007). Effect of technology-enhanced continuous progress monitoring on math achievement. *School Psychology Review*, 36(3), 453-467.
- Ysseldyke, J.E., Spicuzza, R., Kosciulek, S., & Boys, C. (2003) Effects of a learning information system on mathematics achievement and classroom structure. *Journal of Educational Research*, 96(3), 163-174.
- Ysseldyke, J. & Tardrew, S. (2007). Use of a progress-monitoring system to enable teachers to differentiate math instruction. *Journal of Applied School Psychology*, 24(1), 1-28.
- Zeidner, M. (1998). Test anxiety: the state of the art. New York: Plenum.
- Zeidner, M. (2007). Test Anxiety in educational contexts: Concepts, findings and future directions. In: P.A. Schutz & R. Pekrun (Eds.), *Emotions in education*, 165-184. San Diego: Academic Press.
- Ziegler, A. & Schober, B. (2001). Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung von Reattributionstrainings. Regensburg: S. Roderer.
- Ziegler, A. & Stöger, H. (2002). Motivationale Ziele im Mathematikunterricht von MittelstufenschülerInnen am Gymnasium. *Empirische Pädagogik*, 16, 57-78.
- Zinck, A. & Newen, A. (2008). Classifying emotion: a developmental account. *Synthese*, 161, 1-25.
- Zirngibl, A. (2004). Students' Emotional Experiences in Mathematics: Examining the Impact of Culture, Classroom Climate and Gender from a Social-cognitive Perspective. Unveröffentlichte Dissertation: LMU München.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kernbereiche der Arbeit	5
Abbildung 2: Merlin	24
Abbildung 3: Beispiele für Oberflächen aus MRM 2.0	25
Abbildung 4: Kompetenzhierarchie für Jahrgangsstufe 5	26
Abbildung 5: Sozialkognitives Modell von Lern- und Leistungsemotionen	35
Abbildung 6 und 7: Yerkes-Dodson Kurve/Angst und Leistung	49
Abbildung 8: Übungssituationen im schulischen Kontext	78
Abbildung 9: Prozentualer Anteil Übungsstunden Mathematikunterricht	84
Abbildung 10: Leistungsverbesserungen vom Vor- zum Nachtest	91
Abbildung 11: Schematisches Untersuchungsdesigns der Hauptstudie	94
Abbildung 12: Oberfläche in MRM 2.0 zur Erfassung der State-Emotionen	101
Abbildung 13: Mathematik-Vortestergebnisse zu Schulbeginn	112
Abbildung 14: KFA zu den vier Fehlerkulturskalen	118
Abbildung 15: Teilbereich A	137
Abbildung 16: Zwischentestergebnisse	125
Abbildung 17: Prozentuale Verbesserung in Rechen- und Textaufgaben	126
Abbildung 18: Nachtestwerte aller Klassen	127
Abbildung 19: Ergebnisse der ANCOVA zum Nachtest	128
Abbildung 20: Selbstkonzept (Jungen/Mädchen/Hauptschule/Gymnasium)	134
Abbildung 21: Teilbereich B	150
Abbildung 22: Teilbereich B1	152
Abbildung 23: SchülerInnen-Emotionen während der Arbeit mit MRM 2.0	139
Abbildung 24: Durchschnittliche Rangplätze/Häufigkeiten der Emotionen	139
Abbildung 25: Freude zu Beginn der Übungssitzungen mit MRM 2.0	140
Abbildung 26: Interesse zu Beginn der Übungssitzungen mit MRM 2.0	141
Abbildung 27: Freude während MRM 2.0	145
Abbildung 28: Freude während des Mathematikunterrichts	146
Abbildung 29: Teilbereich C1	163
Abbildung 30: Teilbereich C	165
Abbildung 31: Verallgemeinerte Darstellung des PLS Modells	153
Abbildung 32-34: Pfadkoeffizienten der Subgruppen (Freude, Stolz)	156
Abbildung 35-37: Subgruppen (Angst, Scham und Langeweile)	157

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unterscheidung von Emotionen nach Bezugsrahmen und Valenz.....	33
Tabelle 2: Beziehung zwischen Emotionen und Attributionen	51
Tabelle 3: Teilstudien des Projektes im Überblick.....	81
Tabelle 4: Stichprobe der Online-Befragung	84
Tabelle 5: Stichprobe der Pilotstudie	89
Tabelle 6: Mathematik-Leistungstest der Pilotstudie.....	90
Tabelle 7: Mittelwerte und Standardabweichungen der Testwerte	91
Tabelle 8: Erhebungsinstrumente der drei Teilbereiche der Arbeit im Überblick	95
Tabelle 9: Stichprobe: Anzahl und Geschlecht der SchülerInnen.....	97
Tabelle 10: Skalen des SchülerInnen-Fragebogens der Hauptuntersuchung	99
Tabelle 11: Beispiel-Items des AEQ-M.....	100
Tabelle 12: Skalen und Itemzahl des SchüFekU	102
Tabelle 13: Items zu mathematischen Selbstwirksamkeitsüberzeugungen	104
Tabelle 14: Items zur Computererfahrung	105
Tabelle 15: Aufgabentypen des Nachttests	108
Tabelle 16: Mathematik-Noten der oberfränkischen SchülerInnen	110
Tabelle 17: Mathematik-Noten der niederösterreichischen SchülerInnen.....	111
Tabelle 18: Bivariate Pearson-Korrelationen der Leistungsdaten	113
Tabelle 19: Werteverteilung und Reliabilitäten der Emotionsskalen des AEQ-M.....	114
Tabelle 20: Bivariate Pearson-Interkorrelationen der Emotionsskalen	115
Tabelle 21: Werteverteilung und Reliabilitäten der Fehlerkulturskalen	116
Tabelle 22: Zuordnung von Items zu Parcels und ihren latenten Variablen.....	116
Tabelle 23: Werteverteilung und Reliabilitäten der Fehlerkulturskalen	119
Tabelle 24: Fragestellungen und Hypothesen der Hauptuntersuchung im Überblick.....	121
Tabelle 25: Mittelwerte der Zwischentestergebnisse.....	124
Tabelle 26: Schwierigkeitsindizes ausgewählter Aufgabentypen (Rechenaufgaben)	130
Tabelle 27: Schwierigkeitsindizes ausgewählter Aufgabentypen (Textaufgaben).....	130
Tabelle 28: Varianzaufklärung durch Klassen.....	133
Tabelle 29: Schulformunterschiede am Beginn der 5. Klasse	135
Tabelle 30: Werteverteilung der prozessbezogenen Unterrichtsemotionen	143
Tabelle 31: Korrelationen Trait-Emotionsskalen mit den Unterrichtsemotionen (State)	144
Tabelle 32: Bivariate Pearson-Korrelationen (2. MZP)	149

11 Anhang

Screenshots Onlinefragebogen und Liste der Items	220
Schülerfragebogen zur Fehlerkultur im Unterricht.....	223
Fragebogen zu Mathematikemotionen (AEQ-M) und anderen Skalen	224
Mathematik Vor- und Zwischentest (Version A und B)	232
Mathematik Nachtest (Instruktion und vier Beispielitems)	246
Kriterienkataloge Mathematik-Lernsoftware für die 5. Klasse	250

Screenshots Onlinebefragung (Demografische Fragen, Items 1-3)

Adresse <http://www.uni-bayreuth.de/departments/psychologie/tuis/demografischefragen.htm> Wechsellisten Links

Einige Fragen vorab...

Schulart

Gymnasium Hauptschule Realschule

Anzahl der Berufsjahre als Mathematik-Lehrer(in)

weniger als 5 Jahre 5-10 Jahre 10-20 Jahre mehr als 20 Jahre

Geschlecht

männlich weiblich

Welche Jahrgangsstufe(n) unterrichten Sie zur Zeit in Mathematik? (Mehrfachantworten möglich)

5. Schulstufe (Österreich: 1. Klasse AHS)
 6. Schulstufe
 7. Schulstufe
 8. Schulstufe
 9. Schulstufe
 10. Schulstufe
 11. Schulstufe
 12. Schulstufe (oder 13. Schulstufe)

In welchem Land sind Sie Lehrer(in)?

Österreich Deutschland

Bei der Beantwortung der folgenden Fragen beziehen Sie sich bitte auf die 5. Schulstufe. Falls Sie noch keine 5. Jahrgangsstufe in Mathematik unterrichtet haben sollten, brechen Sie die Beantwortung des Fragebogens bitte hier ab. Andernfalls klicken Sie bitte auf "weiter".

Fertig Internet

Adresse <http://www.uni-bayreuth.de/departments/psychologie/tuis/fragebogen.htm> Wechsellisten Links

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen gewissenhaft und gehen Sie dabei von Ihren realen Unterrichtserfahrungen im Fach Mathematik aus!

1. Wieviel Prozent der gesamten Mathematik-Schulstunden eines Schuljahres in einer Klasse der 5. Jahrgangsstufe entfallen auf Zeiten, in denen...

% geübt wird (also Anwenden und Vertiefen gelernter Inhalte),
 % neuer Stoff eingeführt wird,
 % geprüft oder Klassen-/Schularbeiten geschrieben werden,
 % sonstiges behandelt wird?

Bitte tragen Sie den jeweiligen Prozentsatz in die nebenstehenden Kästchen oben ein. Denken Sie dabei an alle Mathe-Stunden eines gesamten Schuljahres!

2. Wieviele Übungsstunden (also ganze Unterrichtsstunden rein zur Wiederholung/Vertiefung gelernter Inhalte) führen Sie in einer 5. Schulstufe (schätzungsweise) in einem Schuljahr durch?

weniger als 5 Schulstunden 5-10 Schulstunden 10-20 Schulstunden mehr als 20 Schulstunden

3. Wie werden Übungsstunden (oder kurze Übungssequenzen im Unterricht) von Ihnen meistens abgehalten - welche der folgenden Formen dominieren? (Mehrfachnennungen möglich)

Bitte geben Sie zu Ihren jeweiligen Angaben in der rechten Spalte in Prozent an, wie häufig diese Methode zum Einsatz kommt. Die Prozentsumme aller von Ihnen angekreuzten Methoden sollte 100% ergeben.

Übungsbeispiele aus dem Buch in Einzelarbeit (Stillarbeit im Unterricht)
 Übungsbeispiele aus dem Buch in Partner- oder Kleingruppenarbeit
 Übungsblätter in Einzelarbeit (Stillarbeit im Unterricht)
 Übungsblätter in Partner- oder Kleingruppenarbeit
 Übung am Computer, wenn ja mit dem Programm:
 Übungs-Test oder "Probeschularbeit" im Unterricht
 Offenes Lernen/ Stationen mit Wahl- und Pflichtaufgaben
 Hausaufgabenkontrolle

Fertig Internet

Online Fragebogen (Items 4-13)

4. Wie gestalten Sie in der Regel die Hausaufgabenkontrolle oder -korrektur in einer fünften Klasse? (Mehrfachnennungen möglich!)
- ... Ich lese die richtigen Lösungen im Unterricht vor.
 - ... Ich gehe in der Klasse umher und hake erledigte Hausaufgaben der Schüler(innen) ab.
 - ... Einzelne Schüler(innen) lesen die Rechnungen und/oder Ergebnisse der Hausaufgabenbeispiele vor.
 - ... Einzelne Schüler(innen) rechnen Hausaufgabenbeispiele an der Tafel.
 - ... Ich rechne alle/ oder einige Hausaufgabenbeispiele an der Tafel.
 - ... Ich korrigiere alle Hausaufgaben außerhalb des Unterrichts und gebe sie den Schüler(innen) im Unterricht ohne mündliche Kommentare zurück.
 - ... Ich beantworte/erkläre Fragen einzelner Schüler(innen).
 - ... Ich kontrolliere die Hausaufgaben in keiner Weise.
 - ... Ich gebe meinen Schüler(innen) keine Hausaufgaben auf.
 - ... sonstiges, nämlich ____
5. Wie gestalten Sie üblicherweise die Rückgabe bzw. Verbesserung von Schul-/ Klassenarbeiten bei SchülerInnen dieser Altersstufe?
- ... Ich lese die richtigen Lösungen vor.
 - ... Ich gehe in der Klasse umher und teile kommentarlos die Hefte aus.
 - ... Einzelne Schüler(innen) lesen die Rechnungen und/oder Ergebnisse vor.
 - ... Einzelne Schüler(innen) rechnen die Aufgaben an der Tafel.
 - ... Ich rechne alle/ oder einige Aufgaben an der Tafel.
 - ... Ich beantworte/erkläre Fragen einzelner Schüler(innen).
 - ... Ich kontrolliere die Hausaufgaben in keiner Weise.
 - ... Es gibt keine Schul-/Klassenarbeiten oder schriftliche Tests.
 - ... sonstiges, nämlich ____
6. Wie viele Klassenarbeiten (Schularbeiten) gibt es an Ihrer Schule pro Schuljahr im Fach Mathematik in der 5. Jahrgangsstufe?
7. Wie verfahren Sie in der Regel beim Korrigieren von Übungsaufgaben? (Mehrfachnennungen möglich!)
- ... Ich verwende Übungsmaterialien, die den Schüler(innen) Selbstkontrolle ermöglichen.
 - ... Ich lese nach dem Üben die richtigen Lösungen vor.
 - ... Ich gehe in der Klasse umher und korrigiere bei jedem Schüler im Heft oder am Übungsblatt.
 - ... Einzelne Schüler(innen) lesen die Rechnungen/Ergebnisse vor.
 - ... Einzelne Schüler(innen) rechnen die zuvor in Stillarbeit gelösten Aufgaben an der Tafel.
 - ... Ich rechne alle/ oder einige Übungsbeispiele an der Tafel.
 - ... Ich beantworte/erkläre Fragen einzelner Schüler(innen).
 - ... Wir üben niemals zusätzlich zu den Hausaufgaben.
 - ... sonstiges, nämlich ____
8. Falls es Computer (in einem IT-Raum) an Ihrer Schule gibt, und Sie diese in Ihrem Unterricht nutzen möchten, könnte jede® Schüler/in an einem Einzelplatz arbeiten?
- ... ja (Es sind ausreichend PCs vorhanden.)
 - ... nein (Es sind zu wenig PCs vorhanden.)
 - ... nein (Es sind viel zu wenig PCs vorhanden - mindestens 2 Schüler/innen müssten an einem PC zusammenarbeiten.)

9. Falls es Computer (in einem IT-Raum) an Ihrer Schule gibt, und Sie diese in Ihrem Unterricht nutzen möchten, wie einfach wäre es, den IT-Raum zu diesem Zwecke zu reservieren?
- ... sehr einfach (Es gibt genug Zeiten, in denen der IT-Raum frei ist.)
 - ... mit etwas organisatorischem Geschick machbar
 - ... sehr schwierig (Der IT-Raum ist die meiste Zeit belegt.)
10. Wenn Sie Computer (in einem IT-Raum der Schule) in Ihrem Unterricht nutzen, dann
- ... nur zu Demonstrationszwecken bei der Erarbeitung eines neuen Lehrstoffes
 - ... nur zum Üben (spezielle Software)
 - ... sowohl zum Üben als auch zur Einführung eines neuen Lehrstoffes
 - ... für Dinge, wie ____
 - ... Ich habe bisher nie den Computer im Mathematikunterricht einer 5. Klasse verwendet
11. In welcher Reihenfolge unterrichten Sie den Lehrstoff im Verlauf des Schuljahres (meistens)?
- Wiederholung des Stoffes aus der Grundschule
- Natürliche Zahlen (Grundrechenarten; Rechengesetze)
- Römische Zahlen
- Dezimalzahlen
- Größen und Einheiten, Umwandlungen (Geld, Längenmaße, Zeitmaße, Gewicht)
- Brüche
- Rechteck und Quadrat - Fläche und Umfang
- Geometrie: Rechteck, Quadrat, Symmetrie, Linien o.ä.
- Geometrie: Kreis
- Körper: Quader und Würfel (Geometrie); Oberfläche & Volumen
- Rechnen mit ganzen Zahlen
- Maßstab
- Proportionalität, Einführung Funktionen
- Ungleichungen, lineare Gleichungen
- Statistik
- sonstiges, nämlich ____
12. Zu welchem Stoffgebiet aus der von Ihnen soeben in eine Rangreihe gebrachte Liste oben, führen Sie die meisten Übungsstunden durch? (offene Frage)
13. Welches Mathematik-Schulbuch für die 5. Schulstufe verwenden Sie?
(Angabe: Titel, Autoren, Verlag und Erscheinungsjahr)
-

Schülerfragebogen zur Fehlerkultur im Unterricht (SchüfekU)

1. Es macht mir Freude, mir durch Fehler neues Wissen anzueignen. (L-4)
2. Bei unserer Lehrerin ist Fehlermachen nichts Schlimmes. (F-4)
3. Ich bekomme Angst, wenn ich im Unterricht Fehler mache. (A-1)
4. Fehler in Prüfungen werden von mir immer freiwillig verbessert, auch wenn es die Lehrerin nicht extra sagt. (L-5)
5. Ich verstehe oft nicht, was die Lehrerin meint. (N-4)
6. Unsere Lehrerin versucht es zu vertuschen, wenn sie selber etwas falsch gemacht hat. (F-6)
7. Wenn ich im Unterricht Fehler mache, mache ich mir Vorwürfe, dass ich zu wenig gelernt oder nicht genug aufgepasst habe. (A-5)
8. Ich mache oft Fehler, weil ich im Unterricht die Fragen meiner Lehrerin nicht richtig verstehe. (N-5)
9. Wenn ich im Unterricht Fehler mache, bespricht die Lehrerin diese mit mir auf eine Art und Weise, dass es mir wirklich etwas bringt. (F-5)
10. Fehler, die ich während des Unterrichts gemacht habe, schaue ich mir zu Hause ganz genau an. (L-8)
11. Ich schäme mich im Unterricht, wenn ich vor der Klasse Fehler mache. (A-3)
12. Die Lehrerin ist geduldig und schimpft nicht mit mir, wenn mir etwas nicht gelingt. (F-1)
13. Manchmal werde ich im Unterricht für mein Verhalten kritisiert, obwohl ich gar nicht wusste, dass dieses Verhalten schlecht ist. (N-2)
14. Wenn die Lehrerin selber einen Fehler macht, gibt sie es offen zu. (F-7)
15. Es macht mir Spass, bei einer Aufgabe verschiedene Lösungswege auszuprobieren. (L-6)
16. Die Lehrerin ist geduldig, wenn ein Schüler oder eine Schülerin im Unterricht etwas nicht versteht. (F-2)
17. Ich habe Angst vor der Lehrerin, wenn ich eine schriftliche Arbeit mit vielen Fehlern zurück bekomme. (A-2)
18. Ich fühle mich unsicher, weil ich im Unterricht viele Fehler mache. (N-8)
19. Wenn ich im Unterricht etwas ungeschickt mache, nehme ich dies als Gelegenheit wahr, daraus zu lernen. (L-3)
20. Manchmal habe ich das Gefühl, dass meine Lehrerin mich nicht richtig versteht. (N-3)
21. Meiner Meinung nach gibt es bei uns im Unterricht viele Missverständnisse. (N-7)
22. Fehler im Unterricht helfen mir, es hinterher besser zu machen. (L-2)
23. Ich weiß oft nicht, warum ich im Unterricht von meiner Lehrerin angeschnauzt werde. (N-1)
24. Falsche Lösungen in Aufgaben überdenke ich mehrmals. (L-7)
25. Wenn bei mir eine schriftliche Arbeit im Unterricht schief gegangen ist, hilft die Lehrerin mir und bespricht die Fehler mit mir. (F-3)
26. Vor der Schulstunde habe ich manchmal Angst, dass ich während des Unterrichts Fehler machen könnte. (A-4)
27. Wenn ich einen Fehler mache, verstehe ich oft nicht warum. (N-6)
28. Manchmal hilft es mir im Unterricht, einen Fehler in Erinnerung zu behalten, um ihn nicht wieder zu machen. (L-1)

Fragebogen in Mathematik -Teil A-

Hier kommt nun ein **Beispiel**, wie die Beantwortung der Fragen aussieht:

	stimmt gar nicht	stimmt kaum	stimmt teil- weise	stimmt über- wiegend	stimmt genau
Der Sportunterricht macht mir Spaß.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Wenn du ein absoluter Sportmuffel bist und er dir überhaupt keinen Spaß macht, setzt du dein Kreuz so:

	stimmt gar nicht	stimmt kaum	stimmt teil- weise	stimmt über- wiegend	stimmt genau
Der Sportunterricht macht mir Spaß.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Wenn du Sportunterricht total gern hast, setzt du dein Kreuz in die Reihe, über der „stimmt genau“ steht. Wenn du nicht gerade ein Sportfan oder ein Sportmuffel bist, kreuze entweder „stimmt überwiegend“ oder „stimmt kaum“ an. Wenn du dich nicht entscheiden kannst, ob du Sportunterricht magst oder nicht, kreuze „stimmt teilweise“ an.

Denke daran:

Es gibt keine „falschen“ oder „richtigen“ Antworten – antworte einfach so, wie du die Dinge siehst!

Jetzt kannst du umblättern und den Teil des Fragebogens ausfüllen.
Wenn du fertig bist, melde dich bitte.

	stimmt gar nicht	stimmt kaum	stimmt teil- weise	stimmt über- wiegend	stimmt genau
1. Ich freue mich auf die Mathe-Stunden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Wenn ich an den Mathe-Unterricht denke, bin ich beunruhigt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Im Mathe-Unterricht bin ich genervt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Ich finde den Mathe-Unterricht langweilig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Nach den Mathe-Hausaufgaben bin ich stolz auf mich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Vor Langeweile im Mathematikunterricht kann ich mich kaum wach halten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Wenn ich im Mathe-Unterricht etwas sage, habe ich das Gefühl mich zu blamieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Ich mache mir sorgen, ob das alles in Mathe zu schwierig für mich ist.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Vor Langeweile schalte ich in Mathe ab.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Der Mathe-Unterricht macht mir Spaß.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Ich bin sehr motiviert, denn ich möchte auf meine Leistungen in Mathe stolz sein können.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Vor Ärger über den Unterricht in Mathe würde ich am liebsten gehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Ich mache mir Sorgen, ob ich in Mathematik weniger als die anderen verstehe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. Wenn ich in der Mathe-Stunde etwas sage, merke ich, wie ich rot werde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15. Im Mathe-Unterricht träume ich vor mich hin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16. Ich finde den Stoff in Mathematik so spannend, dass mir der Unterricht richtig Spaß macht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17. Mir wird ganz heiß im Gesicht, weil es mir peinlich ist, dass ich die Fragen meines Mathe-Lehrers nicht beantworten kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18. Der Mathe-Unterricht macht mir so viel Spaß, dass ich große Lust habe, mich aktiv daran zu beteiligen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19. Aus Angst vor Mathe würde ich am liebsten nicht in die Schule gehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20. Ich ärgere mich, dass der Stoff in Mathe so schwer ist.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
21. Schon beim Gedanken daran, dass ich Hausaufgaben in Mathe machen muss, langweile ich mich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
22. Wenn ich Mathe-Hausaufgaben mache, bin ich gut gelaunt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	stimmt gar nicht	stimmt kaum	stimmt teil- weise	stimmt über- wiegend	stimmt genau
23. Ich ärgere mich über die Mathe-Hausaufgaben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
24. Vor Langeweile habe ich bei den Mathe-Hausaufgaben oft keine Lust weiterzumachen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
25. Ich denke, dass ich mir zu den Lösungen meiner Mathe- Hausaufgaben gratulieren kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
26. Meine Wissenslücken in Mathe sind mir peinlich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
27. Bei den Mathe-Hausaufgaben und beim Lernen bin ich angespannt und nervös.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
28. Ich denke, dass ich auf mein Wissen in Mathe stolz sein kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
29. Im Mathe- Unterricht werde ich vor Ärger ganz unruhig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
30. Ich schäme mich, dass ich die Fragen meines Mathe- Lehrers nicht gut beantworten kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
31. Bei den Mathe-Hausaufgaben mache ich mir Sorgen, ob ich das überhaupt alles schaffe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
32. Mathe-Hausaufgaben langweilen mich zu Tode.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
33. Aus Angst vor den Mathe-Hausaufgaben möchte ich am liebsten gar nicht damit anfangen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
34. Ich bin wütend, dass ich wegen der Mathe-Hausaufgaben oft nichts anderes tun kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
35. Ich denke oft daran, wie langweilig die Mathe- Hausaufgaben sind.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
36. Beim Mathe-Lernen und bei den Hausaufgaben ärgere ich mich so, dass ich das ganze Zeug am liebsten in die Ecke werfen würde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
37. Mathe-Hausaufgaben machen mir soviel Spaß, dass ich am liebsten gar nicht mehr damit aufhören würde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
38. Die Sorge, mit den Mathe-Hausaufgaben nicht fertig zu werden, lässt mich ins Schwitzen kommen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
39. Wenn ich lange dasitzen muss und Mathe-Hausaufgaben machen muss, werde ich vor Ärger ganz unruhig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
40. Bei den Mathe-Hausaufgaben werde ich vor Langeweile schnell müde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
41. Ich möchte es niemandem erzählen, wenn ich bei meinen Mathe-Hausaufgaben etwas nicht verstanden habe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
42. Ich bin stolz auf meine Antworten auf die Fragen meines Mathe-Lehrers.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fragebogen in Mathematik -Teil B-

Hier kommt nun ein **Beispiel**, wie die Beantwortung der Fragen aussieht:

	stimmt gar nicht	stimmt kaum	stimmt über- wiegend	stimmt genau
Sport ist mir sehr wichtig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Wenn dir Sport und Bewegung persönlich wichtig ist, setzt du dein Kreuz so:

	stimmt gar nicht	stimmt kaum	stimmt über- wiegend	stimmt genau
Sport ist mir sehr wichtig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Wenn du Sport gar nicht wichtig findest, setzt du dein Kreuz in die Reihe, über der „stimmt gar nicht“ steht. Wenn du der Meinung bist, dass Sport nur wenig wichtig ist, kreuze „stimmt kaum“ an – wenn dir Sport zwar wichtig, aber nicht sehr wichtig ist, kreuze „stimmt überwiegend“ an.

Denke daran:

Es gibt keine „falschen“ oder „richtigen“ Antworten – antworte einfach so, wie du die Dinge siehst!

**Jetzt kannst du umblättern und den Teil des Fragebogens ausfüllen.
Wenn du fertig bist, melde dich bitte.**

	stimmt gar nicht	stimmt kaum	stimmt über- wiegend	stimmt genau
1. Mathematik ist mir persönlich wichtig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Unser Mathe-Lehrer bemerkt immer sofort, wenn sich meine Leistungen verbessern oder verschlechtern.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Fehler im Mathe-Unterricht helfen mir, es hinterher besser zu machen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Ich weiß oft nicht, warum ich im Unterricht von meinem Mathe-Lehrer angeschnauzt werde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Ich bin mir sicher, dass ich auch dann noch meine gewünschten Leistungen in Mathematik erreichen kann, wenn ich mal eine schlechte Note bekommen habe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Es macht mir Freude, mir durch Fehler neues Wissen anzueignen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Wenn ein schwacher Schüler sich verbessert, bedeutet das bei unserem Mathe-Lehrer eine „gute Leistung“, auch wenn der Schüler immer noch unter dem Klassendurchschnitt liegt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Bei unserem Mathe-Lehrer ist Fehlermachen nichts Schlimmes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Ich bekomme Angst, wenn ich im Mathe-Unterricht Fehler mache.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Mathematik ist eines meiner besten Fächer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Auch wenn der Mathe-Lehrer an meinen Fähigkeiten zweifelt, bin ich mir sicher, dass ich gute Leistungen erzielen kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Wenn ein Schüler seine Leistungen gegenüber früher verbessert, so wird dafür vom Mathe-Lehrer besonders gelobt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Fehler in Tests werden von mir immer freiwillig verbessert, auch wenn es der Lehrer nicht extra sagt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. Ich war schon immer gut in Mathematik.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15. Unser Mathe-Lehrer lobt auch die schlechtesten Schüler, wenn er merkt, dass sie sich verbessert haben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16. Ich verstehe oft nicht, was der Mathe-Lehrer meint.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17. Unser Mathe-Lehrer versucht es zu vertuschen, wenn er selber etwas falsch gemacht hat.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18. Wenn ich im Unterricht Fehler mache, mache ich mir Vorwürfe, dass ich zu wenig gelernt habe oder nicht genug aufgepasst habe. ...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19. Ich bin sicher, dass ich auch schwierigen Stoff in Mathematik verstehen kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	stimmt gar nicht	stimmt kaum	stimmt über- wiegend	stimmt genau
20. Wenn bei mir eine Mathe-Arbeit schief gegangen ist, hilft der Lehrer mir und bespricht die Fehler mit mir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
21. Ich mache oft Fehler, weil ich im Mathematikunterricht die Fragen des Lehrers nicht richtig verstehe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
22. Wenn ich im Mathe-Unterricht Fehler mache, bespricht der Lehrer diese mit mir auf eine Art und Weise, dass es mir wirklich etwas bringt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
23. Fehler, die ich während des Mathematikunterrichts gemacht habe, schaue ich mir zu Hause ganz genau an.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
24. Falsch Lösungen in Aufgaben überdenke ich mehrmals.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
25. Ich finde das Fach Mathe cool.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
26. Ich bin überzeugt, dass ich in Hausaufgaben und Klassenarbeiten in Mathe gute Leistungen erzielen kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
27. In den Übungsstunden in Mathematik ist das was wir machen zu schwer für mich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
28. Ich schäme mich im Unterricht, wenn ich vor der Klasse Fehler mache.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
29. Unser Mathe-Lehrer ist geduldig und schimpft nicht mit mir, wenn mir etwas nicht gelingt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
30. Es ist sehr wichtig für mich, in Mathematik keine schlechten Noten zu bekommen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
31. Manchmal werde ich im Mathe-Unterricht für mein Verhalten kritisiert, obwohl ich gar nicht wusste, dass dieses Verhalten schlecht ist.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
32. Ich kann auch die schwierigen Aufgaben im Mathe-Unterricht lösen, wenn ich mich anstrengt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
33. Wenn unser Mathe-Lehrer selber einen Fehler macht, gibt er es offen zu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
34. Es macht mir Spaß bei einer Aufgabe verschiedene Lösungswege auszuprobieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
35. Unser Mathe-Lehrer ist geduldig, wenn ein Schüler im Unterricht etwas nicht versteht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
36. Ich bin überzeugt, dass ich den Stoff, der in Mathe gelehrt wird, beherrschen kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
37. Wenn der Mathe-Lehrer das Tempo noch mehr anzieht, werde ich die geforderten Leistungen kaum noch schaffen können.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
38. Vor der Schulstunde habe ich manchmal Angst, dass ich während des Mathe-Unterrichts Fehler machen könnte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	stimmt gar nicht	stimmt kaum	stimmt über- wiegend	stimmt genau
39. In den Übungsstunden in Mathematik ist die Zeit meist zu kurz. ...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
40. Wenn ich in Mathematik einen Fehler mache, verstehe ich oft nicht warum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
41. Wenn ich eine schwierige Aufgabe an der Tafel lösen soll, glaube ich, dass das schaffen werde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
42. Ich habe Angst vor unserem Mathe-Lehrer, wenn ich eine Schulaufgabe mit vielen Fehlern zurückbekomme.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
43. Ich fühle mich unsicher, weil ich im Mathematikunterricht viele Fehler mache.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
44. Wenn ich im Unterricht etwas ungeschickt mache, nehme ich dies als Gelegenheit wahr, daraus zu lernen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
45. Es fällt mir leicht, neuen Unterrichtsstoff in Mathematik zu verstehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
46. Manchmal hilft es mir im Mathe-Unterricht, einen Fehler in Erinnerung zu behalten, um ihn nicht wieder zu machen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
47. In den Übungsstunden ist das was wir machen zu leicht für mich. ...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
48. Manchmal habe ich das Gefühl, dass mein Mathe-Lehrer mich nicht richtig versteht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
49. Meiner Meinung nach gibt es bei uns im Mathematikunterricht viele Missverständnisse.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
50. Selbst wenn ich mal längere Zeit krank sein sollte, kann ich immer noch gute Leistungen in Mathe erzielen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
51. Wenn jemand in unserer Klasse einen Fehler macht, freuen sich die anderen heimlich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
52. Bei uns streiten die Schüler oft darum, wer in Mathe besser ist.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
53. Es ist sehr wichtig für mich, in Mathematik gute Noten zu bekommen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
54. Einige Schüler in unserer Klasse versuchen immer wieder, gut dazustehen, indem sie die anderen schlecht machen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fragebogen in Mathematik -Teil C-

Und jetzt noch ein paar Fragen zum Schluss, die nichts mit Mathematik zu tun haben:

	stimmt gar nicht	stimmt kaum	stimmt über- wiegend	stimmt genau
1. Ich kenne mich mit Computern gut aus.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Am Computer zu arbeiten oder zu lernen macht mir Spaß.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Ich benutze gern Computer, weil mich das interessiert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Es ist mir wichtig, mit dem Computer zu lernen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Ich spiele zu Hause fast jeden Tag mit dem Computer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Ich arbeite/lerne zu Hause oft mit dem Computer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Wir benutzen in der Schule häufig den Computerraum in einzelnen Fächern.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ich bin ein Junge Mädchen.

Ich bin _____ Jahre alt.

Schulart: Hauptschule Realschule Gymnasium

Welche Note hattest du in der letzten Mathe-Schulaufgabe? 1 2 3 4 5 6

Code:

Vielen Dank für deine Mitarbeit!

Name: _____ Vortest A Klasse: _____

Textaufgaben

1. Heiko hat 656 Überraschung-Ei-Figuren. Timo hat 233 Figuren weniger als Heiko. Wie viele Figuren hat Timo?

Rechnung: _____

Antwort: _____

2. Anna und Theresa haben zusammen 374 Aufkleber gesammelt. Anna hat 76 Aufkleber. Wie viele Aufkleber hat Theresa?

Rechnung: _____

Antwort: _____

3. Herr Meier hat 8 große Lastwagen. Mit allen Lastwagen zusammen kann Herr Maier 4800 Stühle transportieren. Wie viele Stühle passen in einen Lastwagen?

Rechnung: _____

Antwort: _____

4. Martha hat 258 Briefmarken. Sie hat 79 Briefmarken mehr als Willi. Wie viele Briefmarken hat Willi?

Rechnung: _____

Antwort: _____

5. Ali verkauft auf einem Kinderfest Bonbons. Er hat vorher berechnet, dass er an jeder Tüte Bonbons 3 Euro 20 Cent verdient. In den ersten 15 Minuten des Festes hat er bereits 8 Tüten verkauft. Wie viel hat er also in dieser Zeit verdient?

Rechnung: _____

Antwort: _____

6. Auf dem Birnbaum sitzen 174 Vögel. Auf dem Apfelbaum daneben sitzen 87 Vögel mehr als auf dem Birnbaum. Wie viele Vögel sitzen auf dem Apfelbaum?

Rechnung: _____

Antwort: _____

7. Stefan hatte Fichtenzapfen gesammelt. Davon gab er Marco 27 Fichtenzapfen. Jetzt hat Stefan 86 Zapfen. Wie viele Zapfen hatte Stefan am Anfang?

Rechnung: _____

Antwort: _____

8. Im Zug saßen einige Leute. Dann stiegen 25 Personen aus und 62 stiegen ein. Jetzt sitzen 493 Personen im Zug. Wie viele Personen saßen am Anfang im Zug?

Rechnung: _____

Antwort: _____

9. Im Kindergarten braucht jedes Kind einen Kleber. Im großen Zimmer sind 19 Kinder. 3 Kinder bekommen keinen Kleber. Im kleinen Zimmer sind 11 Kinder. Hier bekommen 2 Kinder keinen Kleber. Wie viele Kleber gibt es insgesamt?

Rechnung: _____

Antwort: _____

10. Kerstins Mutter kauft Limo. In jeder Kiste sind 6 Flaschen. Sie kauft 15 Kisten. Auf dem Heimweg trinken Kerstin und ihre Freundin Lena je 1 Flasche. Wie viele volle Flaschen bringt die Mutter nach Hause?

Rechnung: _____

Antwort: _____

11. Harald hat für das Laternenfest 5 Schachteln mit Kerzen gekauft. In jeder Schachtel sind 30 Kerzen. Bei der Heimfahrt mit dem Fahrrad gehen 4 Kerzen kaputt. Wie alt ist Harald?

Rechnung: _____

Antwort: _____

12. 48 Plätzchen können an Kinder verteilt werden. 4 Kinder erhalten jeweils 5 Plätzchen. Die anderen Kinder bekommen ~~jeweils~~ nur 4 Plätzchen. An wie viele Kinder werden Plätzchen verteilt?

Rechnung: _____

Antwort: _____

13. Sonja denkt sich eine zweistellige Zahl, sie vertauscht Zehner- und Einerziffer und teilt sie durch 2. Sie erhält die Zahl 19. An welche Zahl hat Sonja gedacht?

Rechnung: _____

Antwort: _____

14. Ich denke mir eine Zahl. Wenn ich von dieser Zahl 16 wegnehme und sie mit 9 vervielfache erhalte ich eine gerade Zahl zwischen 10 und 20. An welche Zahl denke ich?

Rechnung: _____

Antwort: _____

15. Sandra bekommt im Jahr 240 Euro Taschengeld. Wie viel € hat sie monatlich zur Verfügung?

Rechnung: _____

Antwort: _____

16. Martin bringt an seinem Geburtstag jedem Mitschüler eine Semmel (Preis 50 Cent) mit. Beim Bäcker zahlt er 13 €. Wie viele Mitschüler hat Martin in seiner Klasse?

Rechnung: _____

Antwort: _____

17. Ohne körperliche Anstrengung atmest du in der Stunde etwa 720-mal. Wie viele Atemzüge sind das in einer Minute?

Rechnung: _____

Antwort: _____

18. Ein Stoffballen hat eine Länge von 30 m. Nacheinander werden die folgenden Stücke abgeschnitten: einmal 4 m 75 cm, einmal 84 dm und zweimal 315 cm. Wie viel Meter Stoff bleiben auf dem Ballen übrig?

Rechnung: _____

Antwort: _____

19. Ein Karton Seife wiegt insgesamt 4250 g, ein Seifenstück wiegt 150 g und der Karton 650 g. Wie viele Stücke Seife enthält der Karton?

Rechnung: _____

Antwort: _____

20. Im Tennisclub sollen die Tennisplätze eingezäunt werden. Diese sind insgesamt 100 m lang und 85 m breit. Wie lang muss der Zaun sein?

Rechnung: _____

Antwort: _____

Name: _____

Vortest A

Klasse: _____

Rechenaufgaben

1. Rechne!

$422 + 72 = \underline{\quad}$

$316 + 57 = \underline{\quad}$

$\underline{\quad} + 13 = 76$

$\underline{\quad} + 29 = 61$

$225 + \underline{\quad} = 480$

$1268 + \underline{\quad} = 1383$

$\underline{\quad} + 645 = 1021$

$\underline{\quad} + 152 = 463$

2. Rechne!

$778 - 714 = \underline{\quad}$

$891 - 137 = \underline{\quad}$

$\underline{\quad} - 52 = 26$

$\underline{\quad} - 39 = 58$

$936 - \underline{\quad} = 11$

$3272 - \underline{\quad} = 1128$

$\underline{\quad} - 548 = 437$

$\underline{\quad} - 212 = 115$

3. Rechne!

$36 - 14 + \underline{\quad} = 41$

$26 + 16 - \underline{\quad} = 34$

$87 + \underline{\quad} + 15 = 106$

$\underline{\quad} - 4 - 6 = 450$

$63 + 117 - 63 = \underline{\quad}$

$418 - 6 - 6 = \underline{\quad}$

$59 - 17 - 33 = \underline{\quad}$

$510 - 138 + 142 = \underline{\quad}$

$77 + 32 + 19 = \underline{\quad}$

$\underline{\quad} - 35 - 26 = 38$

$98 - 51 - \underline{\quad} = 14$

$49 - 26 + \underline{\quad} = 49$

$17 + \underline{\quad} + 22 = 71$

$\underline{\quad} + 31 - 44 = 35$

$\underline{\quad} - 18 - 47 = 5$

$\underline{\quad} + 47 + 11 = 74$

4. Rechne!

$8 \cdot 7 = \underline{\quad}$

$5 \cdot 9 = \underline{\quad}$

$12 \cdot 3 = \underline{\quad}$

$10 \cdot 10 = \underline{\quad}$

$60 \cdot 4 = \underline{\quad}$

$63 : 7 = \underline{\quad}$

$160 : 2 = \underline{\quad}$

$96 : 8 = \underline{\quad}$

$4 \cdot \underline{\quad} = 64$

$\underline{\quad} \cdot 2 = 84$

$\underline{\quad} : 7 = 15$

$84 : \underline{\quad} = 7$

$\underline{\quad} \cdot 21 = 21$

$\underline{\quad} \cdot 21 = 0$

$\underline{\quad} : 17 = 1$

$\underline{\quad} : 32 = 0$

$42 \cdot 10 = \underline{\quad}$

$32 \cdot 50 = \underline{\quad}$

$6000 : 50 = \underline{\quad}$

$6000 : 20 = \underline{\quad}$

5. Rechne!

$\underline{\quad} \cdot 2 + 5 = 17$

$3 \cdot \underline{\quad} \cdot 4 = 36$

$15 \cdot \underline{\quad} : 3 = 10$

$\underline{\quad} \cdot 5 + 33 = 58$

$\underline{\quad} + 18 : 2 = 23$

$27 - 15 : \underline{\quad} = 22$

$60 - 80 : 4 = \underline{\quad}$

$12 - 9 - 3 = \underline{\quad}$

$13 \cdot \underline{\quad} \cdot 24 = 1872$

$12 + \underline{\quad} + 2 = 26$

$20 \cdot \underline{\quad} + 2 = 42$

$18 : \underline{\quad} + 3 = 5$

$610 - 25 - 12 \cdot 4 = \underline{\quad}$

$\underline{\quad} \cdot 8 + 28 = 60$

$\underline{\quad} \cdot 7 + 23 + 15 = 80$

6. Wandle um!

$4 \text{ cm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$

$123 \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}$

$12 \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dm}$

$109000 \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ km}$

$4,6 \text{ km} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$

$4530 \text{ mm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}$

$5000 \text{ g} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}$

$73000 \text{ g} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}$

$33000 \text{ kg} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ t}$

$15 \text{ kg} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g}$

$31 \text{ g} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mg}$

$237 \text{ t} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}$

$1 \text{ min} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ s}$

$3 \text{ min } 10 \text{ s} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ s}$

$4 \text{ h} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ min}$

$\frac{1}{2} \text{ h} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ min}$

$2 \frac{3}{4} \text{ h} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ min}$

$120 \text{ min} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ h } \underline{\hspace{1cm}} \text{ min}$

$2 \text{ €} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Cent}$

$600 \text{ Cent} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ €}$

$7,87 \text{ €} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ € } \underline{\hspace{1cm}} \text{ Cent}$

$666 \text{ Cent} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ € } \underline{\hspace{1cm}} \text{ Cent}$

7. Runde auf volle Hunderter: $1747 \text{ km} \approx \underline{\hspace{2cm}} \text{ km}$ $15\,952 \text{ €} \approx \underline{\hspace{2cm}} \text{ €}$

$3450 \text{ dm} \approx \underline{\hspace{2cm}} \text{ dm}$ $178 \text{ kg} \approx \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}$

Runde auf volle Zehner: $236 \text{ kg} \approx \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}$ $893 \text{ m} \approx \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$

$567 \text{ Cent} \approx \underline{\hspace{2cm}} \text{ Cent}$ $1092 \approx \underline{\hspace{2cm}}$

Name: _____ Zwischentest B Klasse: _____

Textaufgaben

1. Hannes hat 556 Aufkleber. Tanja hat 343 Aufkleber weniger als Hannes. Wie viele Aufkleber hat Tanja?

Rechnung: _____

Antwort: _____

2. Lara und Anne haben zusammen 346 Überraschungs-Ei-Figuren gesammelt. Lara hat 84 Figuren. Wie viele Überraschungs-Ei-Figuren hat Anne?

Rechnung: _____

Antwort: _____

3. Herr Müller hat 6 große Lastwagen. Mit allen Lastwagen zusammen kann Herr Müller 4800 Stühle transportieren. Wie viele Stühle passen in einen Lastwagen?

Rechnung: _____

Antwort: _____

4. Marie hat 138 Stofftiere. Sie hat 99 Stofftiere mehr als Uli. Wie viele Stofftiere hat Uli?

Rechnung: _____

Antwort: _____

5. Peter verkauft auf einem Kinderfest Zuckerwatte. Er hat vorher berechnet, dass er an jeder Zuckerwatte 2 Euro 40 Cent verdient. In den ersten 25 Minuten des Festes hat er bereits 6 Zuckerwatten verkauft. Wie viel hat er also in dieser Zeit verdient?

Rechnung: _____

Antwort: _____

6. In einem gelben Korb befinden sich 164 Äpfel. In dem roten Korb daneben sind 97 Äpfel mehr als in dem gelben Korb. Wie viele Äpfel sind im roten Korb?

Rechnung: _____

Antwort: _____

7. Melanie hatte Blumen gepflückt. Davon gab sie Sonja 36 Blumen. Jetzt hat Melanie 77 Blumen. Wie viele Blumen hatte Melanie am Anfang?

Rechnung: _____

Antwort: _____

8. In der S-Bahn saßen einige Leute. Dann stiegen 24 Personen aus und 66 stiegen ein. Jetzt sitzen 293 Personen in der S-Bahn. Wie viele Personen saßen am Anfang in der S-Bahn?

Rechnung: _____

Antwort: _____

9. Im Kindergarten wird gebastelt. Im großen Zimmer sind 17 Kinder. 2 Kinder bekommen keine Schere. Im kleinen Zimmer sind 13 Kinder. Hier bekommen 3 Kinder keine Schere. Wie viele Scheren gibt es insgesamt?

Rechnung: _____

Antwort: _____

10. Annikas Mutter kauft Saft. In jeder Kiste sind 8 Flaschen. Sie kauft 14 Kisten. Auf dem Heimweg trinken Anika und ihre Freundin Sarah je 1 Flasche. Wie viele volle Flaschen bringt die Mutter nach Hause?

Rechnung: _____

Antwort: _____

11. 44 Bonbons können an Kinder verteilt werden. 4 Kinder erhalten jeweils 6 Bonbons. Die anderen Kinder bekommen jeder nur 5 Bonbons. An wie viele Kinder werden Bonbons verteilt?

Rechnung: _____

Antwort: _____

12. Harald hat für das Laternenfest 10 Kästen mit Limo gekauft. In jedem Kasten sind 8 Flaschen. Bei der Heimfahrt mit dem Auto gehen 4 Flaschen kaputt. Wie alt ist Harald?

Rechnung: _____

Antwort: _____

13. Theresa denkt sich eine zweistellige Zahl, sie vertauscht Zehner- und Einerziffer und teilt sie durch 2. Sie erhält die Zahl 28. An welche Zahl hat Theresa gedacht?

Rechnung: _____

Antwort: _____

14. Ich denke mir eine Zahl. Wenn ich von dieser Zahl 14 wegnehme und sie mit 8 vervielfache erhalte ich eine gerade Zahl zwischen 10 und 20. An welche Zahl denke ich?

Rechnung: _____

Antwort: _____

15. Karl verdient im Jahr 360 Euro beim Zeitungsaustragen. Wie viel € hat er monatlich zur Verfügung?

Rechnung: _____

Antwort: _____

16. Michael bringt an seinem Geburtstag jedem Mitschüler ein Eis (Preis 50 Cent) mit. Beim Eisverkäufer zahlt er 15 €. Wie viele Mitschüler hat Michael in seiner Klasse?

Rechnung: _____

Antwort: _____

17. Das Augenlid zwinkert in der Stunde etwa 840-mal. Wie viele Bewegungen sind das in einer Minute?

Rechnung: _____

Antwort: _____

18. Eine Schnur hat eine Länge von 40 m. Nacheinander werden die folgenden Stücke abgeschnitten: einmal 5 m 75 cm, einmal 74 dm und dreimal 415 cm. Wie viel Meter Schnur bleiben auf dem Knäuel übrig?

Rechnung: _____

Antwort: _____

19. Ein Karton Butter wiegt 4150 g, ein Stück Butter wiegt 120 g und der Karton 550 g. Wie viele Stücke Butter enthält der Karton?

Rechnung: _____

Antwort: _____

20. Ein Fußballfeld ist 100 m lang und 65 m breit. Um das Feld soll ein Zaun vor den Zuschauerplätzen errichtet werden. Was lang muss der Zaun sein?

Rechnung: _____

Antwort: _____

Name: _____

Zwischentest B

Klasse: _____

Rechenaufgaben

1. Rechne!

$311 + 61 = \underline{\quad}$

$417 + 46 = \underline{\quad}$

$\underline{\quad} + 14 = 65$

$\underline{\quad} + 19 = 71$

$325 + \underline{\quad} = 480$

$1234 + \underline{\quad} = 1432$

$\underline{\quad} + 765 = 1042$

$\underline{\quad} + 255 = 478$

2. Rechne!

$668 - 614 = \underline{\quad}$

$781 - 137 = \underline{\quad}$

$\underline{\quad} - 24 = 45$

$\underline{\quad} - 49 = 58$

$947 - \underline{\quad} = 22$

$3727 - \underline{\quad} = 1218$

$\underline{\quad} - 447 = 338$

$\underline{\quad} - 121 = 115$

3. Rechne!

$88 - 24 + \underline{\quad} = 76$

$14 + 22 - \underline{\quad} = 34$

$76 + \underline{\quad} + 7 = 86$

$\underline{\quad} - 6 - 3 = 461$

$56 + 117 - 56 = \underline{\quad}$

$356 - 9 - 9 = \underline{\quad}$

$69 - 26 - 34 = \underline{\quad}$

$410 - 158 + 132 = \underline{\quad}$

$55 + 34 + 29 = \underline{\quad}$

$\underline{\quad} - 54 - 27 = 59$

$98 - 41 - \underline{\quad} = 12$

$57 - 43 + \underline{\quad} = 38$

$16 + \underline{\quad} + 33 = 51$

$\underline{\quad} + 41 - 55 = 45$

$\underline{\quad} - 17 - 56 = 4$

$\underline{\quad} + 25 + 33 = 74$

4. Rechne!

$6 \cdot 9 = \underline{\quad}$

$8 \cdot 6 = \underline{\quad}$

$14 \cdot 2 = \underline{\quad}$

$20 \cdot 10 = \underline{\quad}$

$70 \cdot 3 = \underline{\quad}$

$120 : 2 = \underline{\quad}$

$84 : 7 = \underline{\quad}$

$104 : 8 = \underline{\quad}$

$6 \cdot \underline{\quad} = 72$

$\underline{\quad} \cdot 3 = 69$

$\underline{\quad} : 9 = 15$

$96 : \underline{\quad} = 8$

$\underline{\quad} \cdot 24 = 24$

$\underline{\quad} \cdot 24 = 0$

$\underline{\quad} : 13 = 1$

$\underline{\quad} : 27 = 0$

$23 \cdot 10 = \underline{\quad}$

$72 \cdot 50 = \underline{\quad}$

$8000 : 20 = \underline{\quad}$

$8000 : 50 = \underline{\quad}$

5. Rechne!

$\underline{\quad} \cdot 4 + 8 = 40$

$2 \cdot \underline{\quad} \cdot 6 = 48$

$15 \cdot \underline{\quad} : 5 = 6$

$\underline{\quad} \cdot 5 + 44 = 64$

$\underline{\quad} + 14 : 2 = 22$

$37 - 25 : \underline{\quad} = 32$

$80 - 60 : 3 = \underline{\quad}$

$16 - 9 - 7 = \underline{\quad}$

$23 \cdot \underline{\quad} \cdot 17 = 1955$

$14 + \underline{\quad} + 2 = 28$

$30 \cdot \underline{\quad} + 4 = 64$

$27 : \underline{\quad} + 3 = 6$

$820 - 35 - 12 \cdot 4 = \underline{\quad}$

$\underline{\quad} \cdot 9 + 33 = 60$

$\underline{\quad} \cdot 6 + 31 + 13 = 80$

6. Wandle um!

8 cm = _____ mm

145 m = _____ cm

14 m = _____ dm

208000 m = _____ km

6,4 km = _____ m

5430 mm = _____ cm

3000 g = _____ kg

65000 mg = _____ g

44000 kg = _____ t

25 kg = _____ g

11 g = _____ mg

356 t = _____ kg

1 min = _____ s

4 min 20 s = _____ s

3 h = _____ min

$\frac{3}{4}$ h = _____ min

2 $\frac{1}{2}$ h = _____ min

180 min = ____ h ____ min

3 € = _____ Cent

700 Cent = _____ €

6,96 € = ____ € ____ Cent

555 Cent = ____ € ____ Cent

7. Runde auf volle Hunderter: 2737 km \approx _____ km

26 953 € \approx _____ €

4450 dm \approx _____ dm

187 kg \approx _____ kg

Runde auf volle Zehner: 637 kg \approx _____ kg

894 m \approx _____ m

667 Cent \approx _____ Cent

2091 \approx _____

Instruktion und vier Beispielitems aus dem Bielefelder Mathematikleistungstest (Version 5 A)

Anleitung

In diesem Testheft findest du Aufgaben aus dem Bereich Mathematik.
Es gibt verschiedene Testhefte; nebeneinandersitzende Schülerinnen und Schüler bearbeiten unterschiedliche Testhefte.

Im Test gibt es zwei verschiedene Aufgabenarten:

(A1) Mehrere Antworten – eine ist richtig:

Setze bei der richtigen Antwort ein Kreuz.

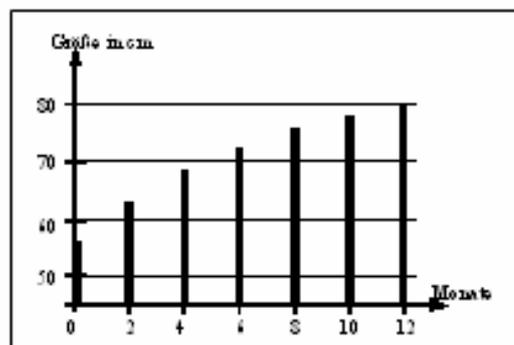
Beispiel 1 (5 Antworten in einer Spalte):

Ein Liter Diesel kostet 1,50 €. Frau Meier tankt 10 Liter.
Wie viel muss sie bezahlen?

- 1,50 €
- 10,00 €
- 11,50 €
- 15,00 €
- 16,50 €

Beispiel 2 (3 Antworten in einer Zeile):
Herr Müller hat seit der Geburt seiner Tochter Lena alle 2 Monate ihre Größe gemessen und graphisch dargestellt.

Entscheide anhand des Schaubildes, ob folgende Aussage richtig ist.



- Nach 12 Monaten ist Lena 80 cm groß. richtig falsch weiß nicht
-

(A2) Keine Antwort vorgegeben:

Eigene Rechnung und Antwort sollen in den dafür vorgegebenen Platz geschrieben werden.

Hinweis:

Bitte lies jede Aufgabe zuerst genau durch.

Versuche dann, die Aufgabe zu beantworten.

Wenn du eine Aufgabe nicht beantworten kannst, dann gehe zur nächsten Aufgabe über.

Wenn du später noch Zeit hast, kannst du dich mit den nicht bearbeiteten Aufgaben noch näher beschäftigen.

Nutze für deine Rechnungen den Platz bei der Aufgabe.

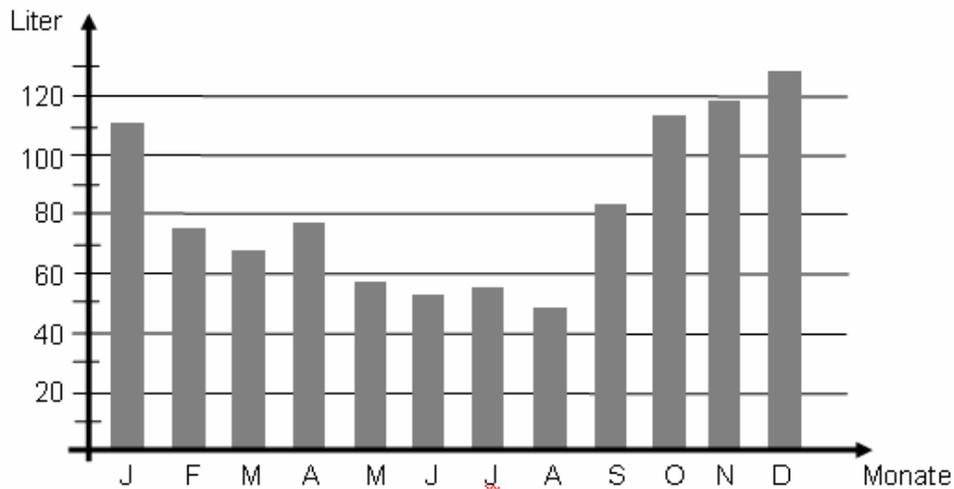
Fange noch nicht mit der Bearbeitung der Testaufgaben an. Es wird dir gesagt, wann du anfangen sollst und wann die Bearbeitungszeit endet.

STOPP

BITTE BLÄTTERE ERST UM, WENN DU DAZU
AUFGEFORDERT WIRST.

Beispiel 1:**Aufgabe: Niederschlag**

Das Schaubild zeigt die Niederschlagsmenge in Regensburg (pro m² im Jahr 1998).



- a) In welchem Monat fiel am meisten Niederschlag? _____
- b) Wie viel Liter Niederschlag (pro m²) fielen im September? _____
- c) In welchen Monaten fiel weniger als 60 l Niederschlag (pro m²)? _____

Beispiel 2:**Aufgabe: Lotto**

Die Gewinnsumme in einem Lotto-Jackpot wird gleichmäßig auf die Gewinner verteilt.

Bei 4 Gewinnern bekommt jeder 9000 €.

Wie viel bekommt jeder, wenn es 3 oder 6 Gewinner gibt?

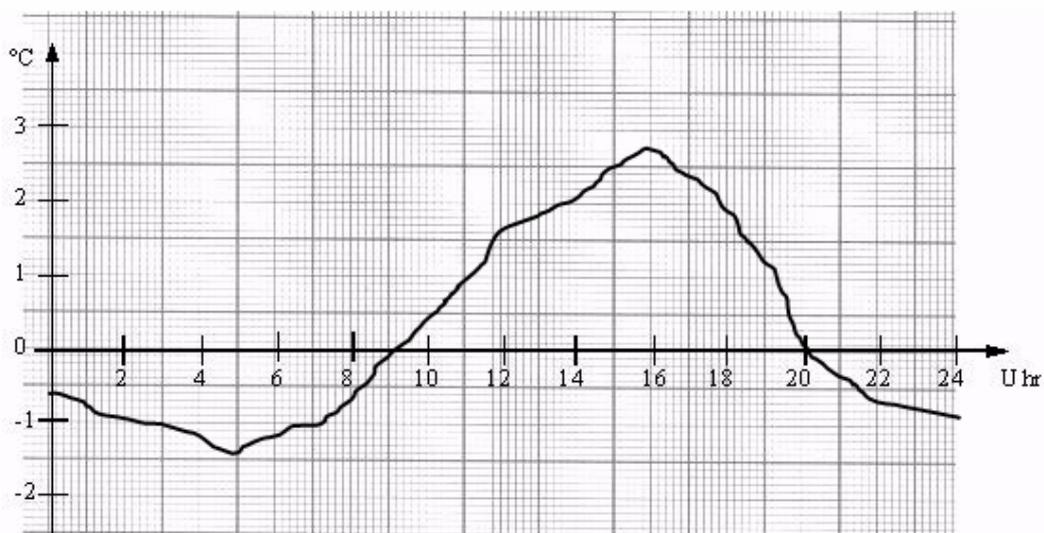
Ergänze dazu die folgende Tabelle:

Anzahl der Gewinner	3	4	6
Gewinn pro Gewinner		9000 €	

Beispiel 3:**Aufgabe: Passau**

An einem Tag im Januar wurde in Passau die Lufttemperatur gemessen. Folgende Abbildung zeigt den Temperaturverlauf des Tages:

- a) Welche Temperatur herrschte um 14 Uhr? _____
- b) Um wie viel Uhr war es am kältesten? _____
- c) Um wie viel Uhr betrug die Temperatur 0°C ? _____

**Beispiel 4:****Aufgabe: Postkarte**

Schätze, wie groß die Fläche einer Postkarte ungefähr ist.

- 1,5 cm²
- 15 cm²
- 150 cm²
- 1500 cm²
- 15000 cm²

Kriterienkatalog zur Evaluation von Mathematik-Übungssoftware

MatheWarp

Kategorie	Kriterium	Angaben
Allgemeine Angaben zum Produkt	Titel	MatheWarp Version 2.1
	Version	---
	Verlag	
	Autor	Dr. Markus Dresel Prof. Dr. Albert Ziegler Prof. Dr. Kurt A. Heller
	Erscheinungsjahr	2004
	ISBN	---
	Preis	kostenloser Download, Installations-CD 12 Euro, gedrucktes Handbuch 15 Euro
Benutzerhandbuch	Anleitung mitgeliefert?	Ja, Anleitung als pdf. für Schüler, zweites pdf. für Eltern
	Gedruckt und/oder digital?	Gedruckt optional gegen Entgelt erhältlich
	Sprache	Sprache der Benutzeroberfläche Deutsch Andere Sprache wählbar? Nein Wird der Lernende mit Du oder Sie angesprochen? Du
Systemanforderung	Eher hoch oder eher niedrig?	Sehr niedrig (Pentium 100MHz)
	Erhältlich für welche Betriebssysteme?	Nur Windows
Inhaltliche Angaben	Zielgruppe	Schulform Klassenstufe k.A. 5 und 6
	Bundesland	Grundlage der Entwicklung: Bayer. Gymnasium, Lehrplan von 1991

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Handhabung	Hilfen	Gibt es eine Einführung in die Funktionsweise des Programms? Interaktiv?		X		Nur Hilfetext auf den aktuellen Abschnitt bezogen
		Gibt es ein Hilfemenü im Programm?			X	Ja, von jedem Bildschirm aus zu erreichen
		Existiert eine kontextsensitive Hilfe (mouse-over, Popups)?				Erklärungen am Bildschirmrand passend zum Kontext
		Können Erklärungen wiederholt werden?			X	
		Gibt es eine Identifikationsfigur die durch das Programm leitet?				Nein
		Ist sie männlich, weiblich oder neutral?				---
	Werden die Aufgaben anhand von Beispielen erklärt?			X	Ja, ausführliche Schritt-für-Schritt Anleitungen	
	Layout	Ist die Bildschirmgestaltung übersichtlich?		X		Klarer Eingabe-Aufgabenbereich, Hilfen immer an gleicher Stelle, aber ohne Icons unübersichtlich
Sind die Texte gut lesbar (Schriftgröße, Kontrast)?			X		Schriftgröße nicht einheitlich	
Existieren veranschaulichende Grafiken?			X		Grafiken nur im Geometrieteil	
Sind Animationen eingebaut? Lenken diese ab?				X	Nur schrittweise animierte Beispielsequenzen	

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Handhabung		Gibt es eine manuelle Sprachausgabe der Texte?	X			Keinerlei Soundausgabe
		Vermeidung von geschriebenem und gesprochenem Text gleichzeitig?			X	s.o.
	Eingaben	Ist die Verarbeitung der Eingaben fehlertolerant (Leerzeichen, Klammern, Vorzeichen, Dezimalschreibweise, Zeiteingaben)?		X		Programm ignoriert Klammern und Vorzeichen, auch fälschlicherweise negativ eingegebene Ergebnisse werden akzeptiert
Psychologisch pädagogische Aspekte	Motivation	Wird die Aufmerksamkeit auf die Lerninhalte gelenkt?				Ja, keinerlei Ablenkungen
		Wechseln sich darstellende und interaktive Bildschirmseiten ab?		X		Darstellende Seiten nur unter „Tipps“
		Abwechslung in Codes und Modi?	X			
		Sind die Beispiele der Erfahrungswelt des Lerners entnommen?		X		Beispiele meist mathematisch erklärt, nur manchmal Bezug zur Realität
		Wird dem Lerner der Nutzen des Stoffes erklärt?	X			Nur Begründungen wie „ist Grundlage von“
		Erhält der Lerner einen Überblick über die Struktur des Lerninhalts?			X	
		Bekommt der Lernende Belohnungen für korrekte Antworten?	X			Nur eine motivierende Aussage

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Psychologisch pädagogische Aspekte	Übertriebenes Lob für einfache Aufgaben?				X	Lob bleibt immer recht sachlich
	Gibt es eine optionale Wettbewerbsfunktion um sich mit anderen zu vergleichen?					Nein
	Makro-adaption Kann der Lerninhalt verändert oder ergänzt werden?	X				Eigene Eingaben nicht möglich
	Kann der Bearbeitungsstand für jeden Lerner gespeichert und fortgesetzt werden?				X	5 Benutzerkonten anlegbar
	Kann der Lernende ein Teilgebiet, eine Übung oder einen Schwierigkeitsgrad gezielt auswählen?				X	Teilgebiete und Schwierigkeitsgrade auswählbar
Mikro-adaption	Wird die Menge an Aufgaben an den Leistungsstand angepasst?	X				Immer feste Anzahl Aufgaben pro Block (3-8)
	Passt sich der Schwierigkeitsgrad an?		X			Pro Aufgabenblock nur ein Schwierigkeitsgrad
	Ändert sich das Bearbeitungstempo? Gibt es ein Zeitlimit? Wiederholt die Software falsch beantwortete Fragen? Wird die Anzahl der Lösungsversuche angezeigt/begrenzt?		X			Nein Falsch gelöste Aufgaben kommen wieder nur einmalige Eingabe mit Korrektur möglich
Feedback	Bekommt der Lernende eine Rückmeldung nach der Eingabe?	X				Nein, nicht einmal Feedback bei Eingabe von Buchstaben statt Zahlen

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Psychologisch pädagogische Aspekte	Erfolgt das Feedback zeitnah zur Eingabe?	X				Nein. erst nach dem Aufgabenblock
	Feedback nur nach falscher Eingabe?					---
	Wirkt das Feedback motivierend? Kommen „scherzhafte“ Herabwürdigungen vor?	X		X		Feedback betont Anstrengung des Nutzers
	Erfolgsattribution auf Fähigkeiten/Anstrengung, Misserfolgsattribution auf geringe Anstrengung?			X		s.o.
	Enthält die Rückmeldung Informationen über die Art des Fehlers und gibt Hilfestellungen?	X				Nein, nur attributionales Feedback
	Wird die Hilfe bei wiederholtem Fehler expliziter?	X				
	Ausschließlich individuelle Bezugsnorm der Rückmeldung?			X		
	Gibt es eine History-Funktion, in der die Aktivitäten protokolliert und später eingesehen werden können?			X		Ja, Ergebnisse werden protokolliert
Kann der Übungserfolg durch einen Test überprüft werden?	X					
Didaktische Aspekte	Strukturierung	Ist eine Gliederung des Inhalts vorhanden?			X	Gliederung nach Themengebiet
		Steigert sich der Schwierigkeitsgrad der Übungen?	X			Nein, nur selbst wählbar
		Fallen fachliche Fehler auf?	X			
		Existieren Transferaufgaben?	X			

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut	Kommentar		
			0	1	2
Didaktische Aspekte	Führen die Aufgaben zu den Lernzielen?			X	Pro Aufgabenblock ca. 5-15 Minuten Linear-sukzessiv, Festlegung auf ein Themen-gebiet mit verschiedenen Schwierigkeits-graden
	Wie lange dauert eine Übungsphase?				
	Ist die Sequenzierung linear-sukzessiv oder spiralförmig?				

Merlins Rechenmühle

Kategorie	Kriterium	Angaben	
Allgemeine Angaben zum Produkt	Titel Version Verlag	Merlins Rechenmühle 2.0 (V004) Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Psychologie	
	Autor Erscheinungsjahr	Dr. Wolfgang Schoppek Mag. Maria Tulis	
	ISBN	---	
	Preis	---	
	Benutzerhandbuch	Anleitung mitgeliefert? Gedruckt und/oder digital?	Kurze Beschreibung des Programms digital als pdf.
	Sprache	Sprache der Benutzeroberfläche	Deutsch
		Andere Sprache wählbar?	Nein
Wird der Lernende mit Du oder Sie angesprochen?		Du	
Systemanforderung	Eher hoch oder eher niedrig?	Windows 2000/XP empfohlen	
	Erhältlich für welche Betriebssysteme?	Nur Windows, Linux per VM	
Inhaltliche Angaben	Zielgruppe	Schulform Klassenstufe	
	Bundesland	Bayern Aufgaben der 5. Jahrgangsstufe nach bayerischem und österreichischem Lehrplan	

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Handhabung	Hilfen	Gibt es eine Einführung in die Funktionsweise des Programms? Interaktiv?	X			
		Gibt es ein Hilfemenü im Programm?	X			
		Existiert eine kontextsensitive Hilfe (mouse-over, Popups)?	X			
		Können Erklärungen wiederholt werden?		X		Keine Erklärungen vorhanden, Aufgaben-hinweise dauerhaft sichtbar
		Gibt es eine Identifikationsfigur die durch das Programm leitet?			X	Zauberer Merlin
		Ist sie männlich, weiblich oder neutral?				Männlich/neutral
		Werden die Aufgaben anhand von Beispielen erklärt?	X			Nein
	Layout	Ist die Bildschirmgestaltung übersichtlich?			X	Sehr übersichtlich, keine ablenkende Faktoren
		Sind die Texte gut lesbar (Schriftgröße, Kontrast)?		X		Kontrast zu Hintergrund könnte manchmal größer sein
		Existieren veranschaulichende Grafiken?	X			Nur bei Aufgaben zu Rechteck und Quadrat
Sind Animationen eingebaut? Lenken diese ab?				X	Animationen nur zum Feedback bzw. Videos als Belohnung	

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Handhabung		Gibt es eine manuelle Sprachausgabe der Texte?	X			
		Vermeidung von geschriebenem und gesprochenem Text gleichzeitig?			X	
	Eingaben	Ist die Verarbeitung der Eingaben fehlertolerant (Leerzeichen, Klammern, Vorzeichen, Dezimalschreibweise, Zeiteingaben)?				
Psychologisch pädagogische Aspekte	Motivation	Wird die Aufmerksamkeit auf die Lerninhalte gelenkt?			X	Ja, Aufgabe steht zentral im Mittelpunkt
		Wechseln sich darstellende und interaktive Bildschirmseiten ab?	X			Keine darstellenden Seiten
		Abwechslung in Codes und Modi?				
		Sind die Beispiele der Erfahrungswelt des Lerners entnommen?			X	Keine Beispiele, Textaufgaben aber sachbezogen
		Wird dem Lerner der Nutzen des Stoffes erklärt?	X			Nein
		Erhält der Lerner einen Überblick über die Struktur des Lerninhalts?	X			Keinerlei Strukturierung offensichtlich; im Admin-Modus können Aufgaben ausgewählt bzw. Knoten gesperrt werden

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Psychologisch pädagogische Aspekte	Bekommt der Lernende Belohnungen für korrekte Antworten?				X	Ja, Adventskalender mit kurzen Videos
	Übertriebenes Lob für einfache Aufgaben?	X				Belohnung nur nach Paketen mit mehr als 50% richtig gelösten Aufgaben
	Gibt es eine optionale Wettbewerbsfunktion um sich mit anderen zu vergleichen?	X				Nein
Makro- adaption	Kann der Lerninhalt verändert oder ergänzt werden?			X		Ja (mit spezifischen Datenbankkenntnissen)
	Kann der Bearbeitungsstand für jeden Lerner gespeichert und fortgesetzt werden?			X	X	Ja, unbegrenzte Benutzerzahl
	Kann der Lernende ein Teilgebiet, eine Übung oder einen Schwierigkeitsgrad gezielt auswählen?		X			(theoretisch im Admin-Menü), aber aufgrund des adaptiven Auswahlalgorithmus nicht empfohlen
Mikro- adaption	Wird die Menge an Aufgaben an den Leistungsstand angepasst?	X				Individuelles Bearbeitungstempo
	Passt sich der Schwierigkeitsgrad an?				X	Ja, Wechsel zu höheren „Knoten“
	Ändert sich das Bearbeitungstempo? Gibt es ein Zeitlimit?					Nein Abbruch der Aufgabe bei langer Inaktivität

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Psychologisch pädagogische Aspekte		Wiederholt die Software falsch beantwortete Fragen? Wird die Anzahl der Lösungsversuche angezeigt/begrenzt?				Jeweils zwei Lösungsversuche
	Feedback	Bekommt der Lernende eine Rückmeldung nach der Eingabe?			X	ja, pro Aufgabe 2 Versuche, danach Lösungsanzeige
		Erfolgt das Feedback zeitnah zur Eingabe?			X	Ja, direkte richtig/falsch Rückmeldung
		Feedback nur nach falscher Eingabe?				Lob auch bei richtigen Antworten
		Wirkt das Feedback motivierend? Kommen „scherzhafte“ Herabwürdigungen vor?		X		
		Erfolgsattribution auf Fähigkeiten/Anstrengung, Misserfolgsattribution auf geringe Anstrengung?			X	Keine direkte Bestätigung der Anstrengung, nur Hinweis auf Balken mit richtig/falsch Anteil eines Aufgabenblockes
		Enthält die Rückmeldung Informationen über die Art des Fehlers und gibt Hilfestellungen?			X	„Das waren zu viele falsche Lösungen, versuche es beim nächsten Mal besser zu machen“ Bei Textaufgaben: „Die Zahl ist richtig aber das Wort ist falsch“
Wird die Hilfe bei wiederholtem Fehler expliziter?			X		Nein, nur Standard-Rückmeldungen	

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar	
			0	1	2		
Psychologisch pädagogische Aspekte		Ausschließlich individuelle Bezugsnorm der Rückmeldung?			X		
		Gibt es eine History-Funktion, in der die Aktivitäten protokolliert und später eingesehen werden können?			X	Ja, detailliertes Tagesprotokoll oder über alle Sitzungen zusammengefasst	
		Kann der Übungserfolg durch einen Test überprüft werden?		X		Diagnosepakete zwischendurch, in denen erst nach allen Aufgaben Rückmeldung erfolgt	
Didaktische Aspekte	Strukturierung	Ist eine Gliederung des Inhalts vorhanden?			X	Aber für den Lernenden nicht ersichtlich	
		Steigert sich der Schwierigkeitsgrad der Übungen?			X	Automatischer Auswahlalgorithmus?	
		Fallen fachliche Fehler auf?		X			
		Existieren Transferaufgaben?		X			
		Führen die Aufgaben zu den Lernzielen?			X		
		Wie lange dauert eine Übungsphase?					Je nach Text- oder Rechenaufgaben ca. 5-20min
		Ist die Sequenzierung linear-sukzessiv oder spiralförmig?					Adaptive Aufgabenauswahl basierend auf Kompetenz-hierarchie

Lernvitamin Mathematik

Kategorie	Kriterium	Angaben	
Allgemeine Angaben zum Produkt	Titel Version Verlag	Lernvitamin Mathematik - 5.Klasse Cornelsen	
	Autor Erscheinungsjahr	--- 2005	
	ISBN	3-464-90162	
	Preis	EUR 9,99	
	Benutzerhandbuch	Anleitung mitgeliefert? Gedruckt und/oder digital?	Ja, Kurzanleitung als CD-Inlet
	Sprache	Sprache der Benutzeroberfläche	Deutsch
		Andere Sprache wählbar?	Nein
Wird der Lernende mit Du oder Sie angesprochen?		Du	
Systemanforderung	Eher hoch oder eher niedrig?	Mittel, 200MHz, aber 1024er Auflösung	
	Erhältlich für welche Betriebssysteme?	Windows 98/ME/2000/XP	
Inhaltliche Angaben	Zielgruppe	Schulform Klassenstufe	alle 5
		Bundesland	alle

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				
			0	1	2	
Handhabung	Hilfen	Gibt es eine Einführung in die Funktionsweise des Programms? Interaktiv?	X			Keinerlei Intro vorhanden
		Gibt es ein Hilfemenü im Programm?		X		Nur vorgefertigter Überblick
		Existiert eine kontextsensitive Hilfe (mouse-over, Popups)?			X	Ja, Begriffe als Hypertlinks, verweisen auf „Lexikon“
		Können Erklärungen wiederholt werden?			X	Erklärungen sind dauerhaft sichtbar
		Gibt es eine Identifikationsfigur die durch das Programm leitet?			X	Ja, comic-artiger Oberkörper eines Professors, keine Animation
		Ist sie männlich, weiblich oder neutral?				Männlich
	Werden die Aufgaben anhand von Beispielen erklärt?		X		Ja, aber nur im Lexikon	
	Layout	Ist die Bildschirmgestaltung übersichtlich?			X	
		Sind die Texte gut lesbar (Schriftgröße, Kontrast)?			X	Ja, einheitliches Design
		Existieren veranschaulichende Grafiken?		X		Nur teilweise, z.B. bei Brüchen
Sind Animationen eingebaut? Lenken diese ab?				X	Ja, bei manchen Aufgaben einfache Animationen (sich bewegende Bilder)	
	Gibt es eine manuelle Sprachausgabe der Texte?		X			

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Handhabung		Vermeidung von geschriebenem und gesprochenem Text gleichzeitig?			X	
	Eingaben	Ist die Verarbeitung der Eingaben fehlertolerant (Leerzeichen, Klammern, Vorzeichen, Dezimalschreibweise, Zeiteingaben)?			X	Programm sperrt Eingabe von unnötigen/falschen Zeichen
Psychologisch pädagogische Aspekte	Motivation	Wird die Aufmerksamkeit auf die Lerninhalte gelenkt?				Ja
	Motivation	Wechseln sich darstellende und interaktive Bildschirmseiten ab?	X			Keine darstellenden Seiten
		Abwechslung in Codes und Modi?		X		
		Sind die Beispiele der Erfahrungswelt des Lernalters entnommen?		X		Eher kurze, prägnante, mathematische Definitionen
		Wird dem Lerner der Nutzen des Stoffes erklärt?	X			Nein
		Erhält der Lerner einen Überblick über die Struktur des Lerninhalts?			X	Übersicht mit mehreren Ebenen, fein unterteilt
		Bekommt der Lernende Belohnungen für korrekte Antworten?	X			Nein, auch nicht für beendete Prüfungen
		Übertriebenes Lob für einfache Aufgaben?			X	Nein, immer eher spärliches Lob
	Gibt es eine optionale Wettbewerbsfunktion um sich mit anderen zu vergleichen?	X			Nein	

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Psychologisch pädagogische Aspekte	Makro- adaption	Kann der Lerninhalt verändert oder ergänzt werden?	X			Nein
		Kann der Bearbeitungsstand für jeden Lerner gespeichert und fortgesetzt werden?	X			Nein, keine Möglichkeit mehrere Accounts anzulegen
		Kann der Lernende ein Teilgebiet, eine Übung oder einen Schwierigkeitsgrad gezielt auswählen?			X	
	Mikro- adaption	Wird die Menge an Aufgaben an den Leistungsstand angepasst?	X			Nein, für eine weitere Aufgabe muss immer auf einen Button geklickt werden
						Nein, Zufallsaufgabe aus Pool des Themengebietes
		Passt sich der Schwierigkeitsgrad an?	X			
		Ändert sich das Bearbeitungstempo? Gibt es ein Zeitlimit?	X			Nur Zeitlimit bei Prüfungen
	Feedback	Wiederholt die Software falsch beantwortete Fragen? Wird die Anzahl der Lösungsversuche angezeigt/begrenzt?				Nein, Fragen zufällig aus Pool 2 Versuche pro Aufgabe
					X	
		Bekommt der Lernende eine Rückmeldung nach der Eingabe?			X	
Erfolgt das Feedback zeitnah zur Eingabe?				X	Sofort nach Eingabe	
Feedback nur nach falscher Eingabe?		X			Nein, immer	

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Psychologisch pädagogische Aspekte	Wirkt das Feedback motivierend? Kommen „scherzhafte“ Herabwürdigungen vor?			X		Eher nüchtern und knapp
	Erfolgsattribution auf Fähigkeiten/Anstrengung, Misserfolgsattribution auf geringe Anstrengung?	X				Nein, nichts in dieser Richtung
	Enthält die Rückmeldung Informationen über die Art des Fehlers und gibt Hilfestellungen?			X		Ja, detaillierte Rückmeldung was falsch ist und Hinweis auf Lösungsweg
	Wird die Hilfe bei wiederholtem Fehler expliziter?		X			Nein, immer Standardfeedback bei einem Aufgabentyp/ Themengebiet
	Ausschließlich individuelle Bezugsnorm der Rückmeldung?			X		
	Gibt es eine History-Funktion, in der die Aktivitäten protokolliert und später eingesehen werden können?			X		Anzahl bearbeitete Aufgaben, Prozentsatz richtiger Antworten, Bearbeitungszeit in Minuten pro Themengebiet
	Kann der Übungserfolg durch einen Test überprüft werden?			X		Ja, selbst konfigurierbarer Test (Auswahl Themengebiete, Anzahl Aufgaben, Bearbeitungszeit

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Didaktische Aspekte	Strukturierung	Ist eine Gliederung des Inhalts vorhanden?			X	Nur leichte Variation der Aufgaben unbegrenzt Beides, da der Lerner selbst bestimmt wie lange er welches Themengebiet behandelt
		Steigert sich der Schwierigkeitsgrad der Übungen?	X			
		Fallen fachliche Fehler auf?	X			
		Existieren Transferaufgaben?		X		
		Führen die Aufgaben zu den Lernzielen?			X	
		Wie lange dauert eine Übungsphase?				
		Ist die Sequenzierung linear-sukzessiv oder spiralförmig?				

Klett Mathe Trainer 5

Kategorie	Kriterium	Angaben	
Allgemeine Angaben zum Produkt	Titel	Klett Mathetrainer	
	Version	5 V1.0.1.32	
	Verlag	Klett	
	Autor	---	
	Erscheinungsjahr	2005	
	ISBN	3-12-114822-2	
	Preis	29,95 EUR	
Benutzerhandbuch	Anleitung mitgeliefert?	Ja, ausreichende Kurzanleitung CD-Inlet und pdf. auf CD	
	Gedruckt und/oder digital?	digital	
Sprache	Sprache der Benutzeroberfläche	Deutsch	
	Andere Sprache wählbar?	nein	
	Wird der Lernende mit Du oder Sie angesprochen?	Du	
Systemanforderung	Eher hoch oder eher niedrig?	Mittel, 500MHz, 1024er Auflösung, Soundkarte benötigt	
	Erhältlich für welche Betriebssysteme?	Win 98SE, NT, 2000, ME, XP	
Inhaltliche Angaben	Zielgruppe	Schulform	
		Klassenstufe	Alle 5
		Bundesland	Alle

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut	Kommentar				
			0	1	2		
Handhabung	Hilfen	Gibt es eine Einführung in die Funktionsweise des Programms? Interaktiv?		X	Ja, Intro erklärt alle wichtigen Funktionen; bedingt interaktiv, Kapitel können wiederholt werden		
		Gibt es ein Hilfemenü im Programm?		X	Ja, jederzeit in Seitenleiste erreichbar		
		Existiert eine kontextsensitive Hilfe (mouse-over, Popups)?		X	Ja, für jeden Button		
		Können Erklärungen wiederholt werden?		X			
		Gibt es eine Identifikationsfigur die durch das Programm leitet?	X		Nein, nur die Figur eines Jungen taucht öfters auf		
		Ist sie männlich, weiblich oder neutral?			männlich		
	Werden die Aufgaben anhand von Beispielen erklärt?		X	Nein, zu viele verschiedene Aufgabentypen; aber detaillierte Anweisungen zu jeder Aufgabe			
	Layout	Ist die Bildschirmgestaltung übersichtlich?			X	Feste Navigationsleiste links und unten, Aufgabe zentral in der Mitte	
			Sind die Texte gut lesbar (Schriftgröße, Kontrast)?			X	
			Existieren veranschaulichende Grafiken?			X	Ja, immer Grafiken falls möglich

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Handhabung	Sind Animationen eingebaut? Lenken diese ab?			X		Einige animierte Bildteile, zum Verständnis aber nicht nötig
	Gibt es eine manuelle Sprachausgabe der Texte? Vermeidung von geschriebenem und gesprochenem Text gleichzeitig?	X			X	Nein, nur Tutorial mit Sprachausgabe
	Eingaben	Ist die Verarbeitung der Eingaben fehlertolerant (Leerzeichen, Klammern, Vorzeichen, Dezimalschreibweise, Zeiteingaben)?			X	Unsinnige Eingaben werden nicht zugelassen; Erklärung wie Lösung einzugeben unklar ob „€“ oder „EUR“; nur Komma als Dezimaltrenner möglich
Psychologisch pädagogische Aspekte	Motivation	Wird die Aufmerksamkeit auf die Lerninhalte gelenkt?			X	Ja, keine ablenkenden Faktoren
		Wechseln sich darstellende und interaktive Bildschirmseiten ab?		X		Darstellende Seiten nur in der Hilfe
		Abwechslung in Codes und Modi?			X	Nur visuell, aber sehr abwechslungsreich in den Codes
		Sind die Beispiele der Erfahrungswelt des Lerners entnommen?	X			Erklärungen meist knapp und trocken
		Wird dem Lerner der Nutzen des Stoffes erklärt?			X	Ja, eigener Button in jeder Aufgabe erklärt die Relevanz des Aufgabentyps

Kategorie	Kriterium	Bewertung			Kommentar
		0	1	2	
		0: schlecht/nicht vorhanden	1: mäßig	2: gut	
Psychologisch pädagogische Aspekte	Erhält der Lerner einen Überblick über die Struktur des Lerninhalts?			X	Ja, Struktur gleicht dem des Schulbuches
	Bekommt der Lernende Belohnungen für korrekte Antworten?		X		Lediglich 2 fest eingebaute Spiele zu einem Thema, sonst nur „Belohnung“ durch Fortschrittsbalken
	Übertriebenes Lob für einfache Aufgaben?			X	Gar kein Lob
	Gibt es eine optionale Wettbewerbsfunktion um sich mit anderen zu vergleichen?	X			Nein
	Makro-adaption	Kann der Lerninhalt verändert oder ergänzt werden?	X		Nein, fest an den Stoff des Buches gebunden
		Kann der Bearbeitungsstand für jeden Lerner gespeichert und fortgesetzt werden?		X	
		Kann der Lernende ein Teilgebiet, eine Übung oder einen Schwierigkeitsgrad gezielt auswählen?	X		Kein Schwierigkeitsgrad wählbar
	Mikro-adaption	Wird die Menge an Aufgaben an den Leistungsstand angepasst?	X		Nein, immer x Aufgaben pro Block
		Passt sich der Schwierigkeitsgrad an?	X		Nein, vorgegeben Reihenfolge der Aufgaben
		Ändert sich das Bearbeitungstempo? Gibt es ein Zeitlimit?			Meistens nicht zeitlich begrenzt, nur bei wenigen Kopfrechenaufgaben

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
psychologisch pädagogische Aspekte	Wiederholt die Software falsch beantwortete Fragen? Wird die Anzahl der Lösungsversuche angezeigt/begrenzt?					Ja, falsch gelöste Aufgaben werden wiederholt, 3 Versuche pro Aufgabe
	Feedback	Bekommt der Lernende eine Rückmeldung nach der Eingabe?			X	ja
		Erfolgt das Feedback zeitnah zur Eingabe?			X	Ja, sofort
		Feedback nur nach falscher Eingabe?				richtige Antwort grüner Haken
		Wirkt das Feedback motivierend? Kommen „scherzhafte“ Herabwürdigungen vor?	X		X	Sachlich, weist immer auf Fehler hin, ermutigt zu neuem Versuch
		Erfolgsattribution auf Fähigkeiten/Anstrengung, Misserfolgsattribution auf geringe Anstrengung?	X			Nein, wird nicht angesprochen
		Enthält die Rückmeldung Informationen über die Art des Fehlers und gibt Hilfestellungen?			X	Ja, sehr detailliert
		Wird die Hilfe bei wiederholtem Fehler expliziter?	X			Nein, immer gleiche Rückmeldung
		Ausschließlich individuelle Bezugsnorm der Rückmeldung?			X	
		Gibt es eine History-Funktion, in der die Aktivitäten protokolliert und später eingesehen werden können?			X	Konkrete Antworten nicht, nur Überblick per Balkendiagramm der einzelnen Abschnitte; vollständig gelöste Aufgaben - grüner Punkt

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut	Kommentar			
			0	1	2	
Psychologisch pädagogische Aspekte		Kann der Übungserfolg durch einen Test überprüft werden?			X „Klassenarbeiten“ zu jedem Thema mit gemischten Aufgaben	
Didaktische Aspekte	Struktur- rierung	Ist eine Gliederung des Inhalts vorhanden?			X Hält sich an Gliederung des ausgewählten Lehrbuches	
		Steigert sich der Schwierigkeitsgrad der Übungen?			X	
		Fallen fachliche Fehler auf?		X		
		Existieren Transferaufgaben?			X	Ja, viele Textaufgaben zum Transfer
		Führen die Aufgaben zu den Lernzielen?			X	
		Wie lange dauert eine Übungsphase?				unbegrenzt
		Ist die Sequenzierung linear- sukzessiv oder spiralförmig?			Eher linear, da vom Aufbau her ein Thema nach dem anderen behandelt wird; Button „nächste Aufgabe“	

Mathe Bits „Maßstab“ - Rechnen mit Brüchen

Kategorie	Kriterium	Angaben	
Allgemeine Angaben zum Produkt	Titel	Mathe Bits (Reihe Maßstab)	
	Version	Rechnen mit Brüchen	
	Verlag	Schroedel/Westermann	
	Autor	Projektmanagement:	
	Erscheinungsjahr	A. Hermening, S. Nolte 2006	
	ISBN	3-14-362001-X	
	Preis	EUR 24,95	
Benutzerhandbuch	Anleitung mitgeliefert?	Begleitheft als pdf. (mit Aufgabenbeispielen und Liste typischer Verständnisfehler)	
	Gedruckt und/oder digital?	pdf.	
Sprache	Sprache der Benutzeroberfläche	Deutsch	
	Andere Sprache wählbar?	Nein	
	Wird der Lernende mit Du oder Sie angesprochen?	Du	
Systemanforderung	Eher hoch oder eher niedrig?	ab Windows95, 32 MB RAM, Pentium II	
	Erhältlich für welche Betriebssysteme?	Windows	
Inhaltliche Angaben	Zielgruppe	Schulform	k.A.
		Klassenstufe	ab 5
		Bundesland	k.A.

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut	Kommentar		
			0	1	2
Handhabung	Hilfen	Gibt es eine Einführung in die Funktionsweise des Programms? Interaktiv?		X	Einführung in die Programm-bedienung
		Gibt es ein Hilfemenü im Programm?		X	Ja + zusätzliche Hilfeoption zur aktuellen Oberfläche
		Existiert eine kontextsensitive Hilfe (mouse-over, Popups)?		X	
		Können Erklärungen wiederholt werden?		X	„zurück“ TON NOTWENDIG!
		Gibt es eine Identifikationsfigur die durch das Programm leitet?			Ja, „Mathe Bit“
		Ist sie männlich, weiblich oder neutral?			neutral
		Werden die Aufgaben anhand von Beispielen erklärt?		X	TON NOTWENDIG!
	Layout	Ist die Bildschirmgestaltung übersichtlich?		X	Eher nein bzw. gewöhnungsbedürftig (Die unterschiedl. Buttons sind verwirrend und nicht unbedingt selbsterklärend)
		Sind die Texte gut lesbar (Schriftgröße, Kontrast)?		X	
		Existieren veranschaulichende Grafiken?		X	
Sind Animationen eingebaut? Lenken diese ab?			X		
	Gibt es eine manuelle Sprachausgabe der Texte?		X	TON NOTWENDIG!	

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
		Vermeidung von geschriebenem und gesprochenem Text gleichzeitig?			X	
	Eingaben	Ist die Verarbeitung der Eingaben fehlertolerant (Leerzeichen, Klammern, Vorzeichen, Dezimalschreibweise, Zeiteingaben)?		X		Nur Zahleneingabe möglich (keine anderen Tastenfunktionen aktiviert)
Psychologisch pädagogische Aspekte	Motivation	Wird die Aufmerksamkeit auf die Lerninhalte gelenkt?			X	
	Motivation	Wechseln sich darstellende und interaktive Bildschirmseiten ab?		X		
		Abwechslung in Codes und Modi?		X		
		Sind die Beispiele der Erfahrungswelt des Lernalters entnommen?		X		
		Wird dem Lerner der Nutzen des Stoffes erklärt?		X		
		Erhält der Lerner einen Überblick über die Struktur des Lerninhalts?		X		Trennung von Lernbereichen und Übungsaufgaben
		Bekommt der Lernende Belohnungen für korrekte Antworten?	X			Lediglich Urkunde am Ende der Sitzung zum Ausdrucken
		Übertriebenes Lob für einfache Aufgaben?				Gar kein Lob!
	Gibt es eine optionale Wettbewerbsfunktion um sich mit anderen zu vergleichen?	X				

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Psychologisch pädagogische Aspekte	Makro- adaption	Kann der Lerninhalt verändert oder ergänzt werden?	X			Eigene Eingaben nicht möglich
		Kann der Bearbeitungsstand für jeden Lerner gespeichert und fortgesetzt werden?			X	„weitermachen wo wir aufgehört haben“
		Kann der Lernende ein Teilgebiet, eine Übung oder einen Schwierigkeitsgrad gezielt auswählen?			X	Schwierigkeitsgrade wählbar
	Mikro- adaption	Wird die Menge an Aufgaben an den Leistungsstand angepasst?	X			Immer feste Aufgabenzahl (6)
		Passt sich der Schwierigkeitsgrad an?	X			Nicht automatisch, laut Programmbeschreibung: über 100 spezifische Fehlerarten werden erkannt
		Ändert sich das Bearbeitungstempo? Gibt es ein Zeitlimit?	X			Nein
		Wiederholt die Software falsch beantwortete Fragen? Wird die Anzahl der Lösungsversuche angezeigt/begrenzt?			X	Ja Nur einmalige Lösungseingabe möglich
	Feedback	Bekommt der Lernende eine Rückmeldung nach der Eingabe?			X	
		Erfolgt das Feedback zeitnah zur Eingabe?			X	
		Feedback nur nach falscher Eingabe?			X	

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Psychologisch pädagogische Aspekte		Wirkt das Feedback motivierend? Kommen „scherzhaft“ Herabwürdigungen vor?		X		Erklärungen gleich; falsche Antwort: „NEIN/MMH..“ Angebot eines „Lernausflugs“ und „Was du schon wissen solltest“ + Lexikon (Button) Wird die Hilfe bei wiederholtem Fehler expliziter? Ausschließlich individuelle Bezugsnorm der Rückmeldung? Gibt es eine History- Funktion, in der die Aktivitäten protokolliert und später eingesehen werden können? Kann der Übungserfolg durch einen Test überprüft werden?
		Erfolgsattribution auf Fähigkeiten/Anstrengung, Misserfolgsattribution auf geringe Anstrengung?	X			
		Enthält die Rückmeldung Informationen über die Art des Fehlers und gibt Hilfestellungen?			X	
		Wird die Hilfe bei wiederholtem Fehler expliziter?		X		
		Ausschließlich individuelle Bezugsnorm der Rückmeldung?			X	
		Gibt es eine History- Funktion, in der die Aktivitäten protokolliert und später eingesehen werden können?		X		
		Kann der Übungserfolg durch einen Test überprüft werden?			X	
Didaktische Aspekte	Struktur- rierung	Ist eine Gliederung des Inhalts vorhanden?			X	Sehr gut in Form von Lernstationen
		Steigert sich der Schwierigkeitsgrad der Übungen?		X		Im Verlauf der Lernstation: ja
		Fallen fachliche Fehler auf?	X			
		Existieren Transferaufgaben?		X		

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut	Kommentar		
			0	1	2
Didaktische Aspekte	Führen die Aufgaben zu den Lernzielen?			X	6 Aufgaben pro Block Linear-sukzessiv, Festlegung auf ein Themengebiet mit versch. Schwierigkeitsgraden
	Wie lange dauert eine Übungsphase?				
	Ist die Sequenzierung linear-sukzessiv oder spiralförmig?				

Mathe Bits - Terme und Gleichungen (Demoversion)

Kategorie	Kriterium	Angaben	
Allgemeine Angaben zum Produkt	Titel	Mathe Bits - Terme und Gleichungen	
	Version	Demoversion	
	Verlag	Westermann Multimedia	
	Autor	Dr. K.P. Schrage	
	Erscheinungsjahr		
	ISBN	3-14-362001-X	
	Preis	---	
Benutzerhandbuch	Anleitung mitgeliefert?	Begleitheft als pdf. und Bedienungsanleitung „online“ beim Einloggen in das Programm	
	Gedruckt und/oder digital?	Digital als pdf.	
Sprache	Sprache der Benutzeroberfläche	Deutsch	
	Andere Sprache wählbar?	Nein	
	Wird der Lernende mit Du oder Sie angesprochen?	Du	
Systemanforderung	Eher hoch oder eher niedrig?	Ab Windows95, 32 MB RAM, Pentium II	
	Erhältlich für welche Betriebssysteme?	Windows	
Inhaltliche Angaben	Zielgruppe	Schulform	k.A.
		Klassenstufe	7 und 8
	Bundesland	k.A.	

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Handhabung	Hilfen	Gibt es eine Einführung in die Funktionsweise des Programms? Interaktiv?			X	Einführung in die Programmbedienung
		Gibt es ein Hilfemenü im Programm?			X	Ja, von jedem Bildschirm aus zu erreichen Inkl. Taschenrechnerfunktion
		Existiert eine kontextsensitive Hilfe (mouse-over, Popups)?			X	
		Können Erklärungen wiederholt werden?			X	Aber: TON NOTWENDIG!
		Gibt es eine Identifikationsfigur die durch das Programm leitet?				Ja, „Mathe Bit“
		Ist sie männlich, weiblich oder neutral?				Neutral
		Werden die Aufgaben anhand von Beispielen erklärt?			X	TON NOTWENDIG!
	Layout	Ist die Bildschirmgestaltung übersichtlich?			X	Die unterschiedlichen Buttons sind nicht unbedingt selbsterklärend, oft kein klarer Eingabebereich. Hintergrundbild unter „Einstellungen“ änderbar (z.T. sehr verwirrend)
		Sind die Texte gut lesbar (Schriftgröße, Kontrast)?			X	Eher klein
		Existieren veranschaulichende Grafiken?			X	Zum Teil

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Handhabung	Sind Animationen eingebaut? Lenken diese ab?			X	Schrittweise animierte Bildsequenzen	
	Gibt es eine manuelle Sprachausgabe der Texte?			X	TON NOTWENDIG! (positiv: Lautstärkereger IM Programm-menü)	
	Vermeidung von geschriebenem und gesprochenem Text gleichzeitig?			X	TON NOTWENDIG!	
	Eingaben	Ist die Verarbeitung der Eingaben fehlertolerant (Leerzeichen, Klammern, Vorzeichen, Dezimalschreibweise, Zeiteingaben)?		X	Multiple Choice Antwortformat	
Psychologisch pädagogische Aspekte	Motivation	Wird die Aufmerksamkeit auf die Lerninhalte gelenkt?		X	z.T. ablenkende Grafikgestaltung und Hintergründe	
		Wechseln sich darstellende und interaktive Bildschirmseiten ab?		X		
		Abwechslung in Codes und Modi?		X		
		Sind die Beispiele der Erfahrungswelt des Lerners entnommen?		X		
		Wird dem Lerner der Nutzen des Stoffes erklärt?		X	„Was sind“	
		Erhält der Lerner einen Überblick über die Struktur des Lerninhalts?		X	Trennung von Lern- und Übungsaufgaben	

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
	Bekommt der Lernende Belohnungen für korrekte Antworten?		X			Urkunde am Ende der Sitzung zum Ausdrucken, sonst kein Lob (auch nicht am Ende eines Aufgabenblocks)
	Übertriebenes Lob für einfache Aufgaben?					Gar kein Lob!
	Gibt es eine optionale Wettbewerbsfunktion um sich mit anderen zu vergleichen?		X			Lediglich in Form der Urkunde am Ende der Sitzung zum Ausdrucken
Makro-adaption	Kann der Lerninhalt verändert oder ergänzt werden?		X			Eigene Eingaben nicht möglich
	Kann der Bearbeitungsstand für jeden Lerner gespeichert und fortgesetzt werden?			X		„weitermachen wo wir aufgehört haben“
	Kann der Lernende ein Teilgebiet, eine Übung oder einen Schwierigkeitsgrad gezielt auswählen?			X		Teilgebiete und Schwierigkeitsgrade wählbar
Mikro-adaption	Wird die Menge an Aufgaben an den Leistungsstand angepasst?		X			Immer feste Aufgabenzahl
	Passt sich der Schwierigkeitsgrad an?		X			Nicht automatisch, laut Beschreibung des Programms werden über 100 spezifische Fehlerarten erkannt

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
Psychologisch pädagogische Aspekte	Ändert sich das Bearbeitungstempo? Gibt es ein Zeitlimit?		X			Nein Erklärungen allerdings mit „Weiter“- Button → eigenes Tempo möglich
	Wiederholt die Software falsch beantwortete Fragen? Wird die Anzahl der Lösungsversuche angezeigt/begrenzt?				X	Ja nein
	Feedback				X	Ja, wenn Lösungsbutton angeklickt wird bzw. automatisch nach falscher Eingabe
	Bekommt der Lernende eine Rückmeldung nach der Eingabe?				X	ja
	Erfolgt das Feedback zeitnah zur Eingabe?				X	ja
	Feedback nur nach falscher Eingabe?				X	ja
	Wirkt das Feedback motivierend? Kommen „scherzhafte“ Herabwürdigungen vor?		X			Immer gleiche Erklärung, bei falscher Antwort lediglich „NEIN“ oder „MMH“
	Erfolgsattribution auf Fähigkeiten/Anstrengung, Misserfolgsattribution auf geringe Anstrengung?		X			
	Enthält die Rückmeldung Informationen über die Art des Fehlers und gibt Hilfestellungen?				X	
	Wird die Hilfe bei wiederholtem Fehler expliziter?		X			Aber: „Lernausflugs“ „Was du schon wissen solltest“ + Lexikon (Button)

Kategorie	Kriterium	Bewertung 0: schlecht/nicht vorhanden 1: mäßig 2: gut				Kommentar
			0	1	2	
		Ausschließlich individuelle Bezugsnorm der Rückmeldung?			X	In der Urkunde: Bearbeitungszeit, „Das hast du geschafft“, „Hier gab es noch Probleme...“
		Gibt es eine History-Funktion, in der die Aktivitäten protokolliert und später eingesehen werden können?		X		
		Kann der Übungserfolg durch einen Test überprüft werden?	X			
Didaktische Aspekte	Strukturierung	Ist eine Gliederung des Inhalts vorhanden?			X	Nein, nur selbst wählbar 6 Aufgaben pro Block (etwa 5-15 Minuten) Linear-sukzessiv, da Festlegung auf ein Themengebiet mit versch. Schwierigkeitsgraden
		Steigert sich der Schwierigkeitsgrad der Übungen?	X			
		Fallen fachliche Fehler auf?	X			
		Existieren Transferaufgaben?		X		
		Führen die Aufgaben zu den Lernzielen?		X		
		Wie lange dauert eine Übungsphase?				
		Ist die Sequenzierung linear-sukzessiv oder spiralförmig?				