



Julia Lendl

Empirische Feldstudie zu differenziertem Mathematikunterricht

Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

Magistra der Naturwissenschaften

Lehramtsstudium Unterrichtsfach Informatik und Informatikmanagement

an der

Technischen Universität Graz

Begutachter

Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.techn. Ebner Martin
Institut für Informationssysteme und Computer Medien

Graz, Mai 2016

Abstract

Observational field research about differentiated mathematics education

The educational system continues to shift away from selectively dissevered classes and homogenous teaching. It develops into a system that fosters the individual strength of scholars. This is especially conspicuous concerning the various abilities of pupils in mathematical studies. The aim of this thesis is to introduce a method that enables an individual learning process regarding mathematics education, and to resolve the question whether studying individually leads to increases in efficiency.

The first part deals with the definition of terms such as „studying“, „individuality“ and „differentiated education“. It elaborates the distinctive differences between scholars, the differentiation in education and methods to model this type of mathematics education.

The second part tries to validate whether pupils benefit from studying individual examples concerning their mathematical lessons. A study has been conducted in six different classes. In conclusion the data has been amalgamated.

The evaluated results indicate a positive impact on the accomplishments of students, and suggest to supplement the current mathematics curriculum with individual exercise phases.

Kurzfassung

Empirische Feldstudie zu differenziertem Mathematikunterricht

Das Schulsystem entfernt sich immer mehr von selektiv aussortierten Klassen und homogenem Unterricht. Es verändert sich in ein System, das die individuellen Stärken der Schüler und Schülerinnen fördern möchte. Speziell im Mathematikunterricht werden die unterschiedlichen Fähigkeiten der Lernenden sichtbar. Ziel dieser Arbeit ist es, eine Methode vorzustellen, die individuelles Lernen im Mathematikunterricht ermöglicht und zum anderen die Frage zu klären, ob individuelles Üben zu einer Leistungssteigerung führt.

Im ersten Teil werden anhand einer Literaturanalyse die Begriffe „Lernen“, „Individualität“ und „Differenzierung im Unterricht“ definiert. Es werden die individuellen Unterschiede der Lernenden, Differenzierung im Unterricht und Methoden, um einen differenzierten Mathematikunterricht zu gestalten, ausgearbeitet. Im zweiten Teil soll überprüft werden, ob der Mathematikunterricht in Form von individuellen Beispielen, das Lernen der Schüler und Schülerinnen fördert. Dazu wurde eine Studie erstellt und in sechs unterschiedlichen Klassen durchgeführt. Abschließend werden die Ergebnisse der Untersuchungen zusammengeführt und verglichen.

Die ausgewerteten Ergebnisse weisen darauf hin, den Mathematikunterricht mit individuellen Übungsphasen zu ergänzen und zeigen auf, dass individuelles Üben einen positiven Einfluss auf die Leistung von Schülern und Schülerinnen hat.

Inhalt

Abstract	II
Kurzfassung	III
Danksagung	VIII
1. Einleitung	1
1.1. Problemstellung	1
1.2. Zielsetzung	2
1.3. Aufbau der Arbeit	2
2. Lernen	3
2.1. Begriffsdefinition	3
2.2. Lerntheoretische Ansätze	5
2.2.1. Behaviorismus	6
2.2.1.1. Klassische Konditionierung	7
2.2.1.2. Operante Konditionierung	8
2.2.2. Kognitivismus	9
2.2.3. Konstruktivismus	10
2.3. Lernen als neurologischer Prozess	11
2.3.1. Das menschliche Nervensystem	11
2.3.2. Aufbau des menschlichen Gehirns	13
2.3.2.1. Die Großhirnrinde (Kortex)	14
2.3.2.2. Hemisphären	14
2.4. Wissen	15
2.5. Gedächtnis	15
2.5.1. Informationsaufnahme und -verarbeitung	15
2.5.2. Sensorisches Register	16
2.5.3. Arbeitsgedächtnis	17
2.5.3.1. Zentrale Exekutive	17
2.5.3.2. Phonologische Schleife	18
2.5.3.3. Visuell-räumlicher Notizblock	19
2.5.3.4. Haltezeit und Halten von Informationen im Arbeitsgedächtnis	19

2.5.4. Langzeitgedächtnis	20
2.5.4.1. Explizites Gedächtnis	21
2.5.4.2. Implizites Gedächtnis	21
2.5.4.3. Speichern und Abrufen von Informationen im Langzeitgedächtnis	22
2.5.5. Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis im Vergleich	22
2.5.6. Theorien des Vergessens	22
3. Die Lernenden als Individuen	25
3.1. Begriffsdefinition „Individualität“	25
3.2. Individuelle Unterschiede der Lernenden	25
3.2.1. Lebensalter	27
3.2.2. Geschlecht	28
3.2.3. Familiärer Hintergrund	29
3.2.3.1. Genetische Bedingungsfaktoren	29
3.2.3.2. Statusvariablen	30
3.2.3.3. Prozessmerkmale	30
3.2.4. Intelligenz	31
3.2.5. Vorkenntnisse	32
3.2.6. Motivationale Einstellungen und volitionale Haltungen	32
3.2.7. Lerntypen	32
4. Lernen in der Schule	35
4.1. Definition Differenzierung	36
4.2. Differenzierungskriterien in der Schule	38
4.2.1. Äußere Differenzierung	38
4.2.1.1. Differenzierung nach Leistungen	38
4.2.1.2. Interessendifferenzierung	39
4.2.2. Innere Differenzierung	40
4.2.2.1. Differenzierung durch Sozialformen	40
4.2.2.2. Differenzierung durch Methoden	41
4.2.2.3. Differenzierung durch Medien	41
4.2.2.4. Differenzierung auf thematischer Ebene	41
4.2.2.5. Schulorganisatorische und didaktische Differenzierung	42
4.2.3. Differenzierung im Lehrplan	45

5. Differenzieren im Mathematikunterricht	48
5.1. Voraussetzungen und Möglichkeiten	48
5.2. Geschlossene Differenzierung	50
5.3. Offene Differenzierung	51
5.4. Differenzierungsmöglichkeiten - Methoden	52
5.4.1. Frontalunterricht	52
5.4.2. Dialogisches Lernen und Lehren	55
5.4.3. Offene Unterrichtsformen	55
5.4.3.1. Stationsbetrieb	56
5.4.3.2. Gruppenarbeit	56
5.4.3.3. Gruppenpuzzle	57
5.4.3.4. Ich-Du-Wir	57
5.5. Differenzierungsmöglichkeiten - Aufgaben	58
5.5.1. Konstruktion von Lernaufgaben	58
5.5.1.1. Variation einer Aufgabe	58
5.5.1.2. Offene Aufgaben/offene Arbeitsaufträge	58
5.6. Ergebnisse empirischer Untersuchungen	59
5.6.1. TIMSS Studie	59
5.6.1.1. Innere Differenzierung aus Sicht der Lehrenden	60
5.6.1.2. Innere Differenzierung aus Sicht der Lernenden	60
5.6.2. Hattie Studie	61
6. Empirische Untersuchung	63
6.1. Grundlagen für die empirische Untersuchung	63
6.1.1. Hypothesenbildung	64
6.1.2. Methoden	66
6.1.2.1. Evaluationsstudien	66
6.1.2.2. Deskriptive Statistiken	66
6.1.3. Schema der Auswertung	67
6.1.3.1. Vergleich von zwei Stichproben	68
6.1.3.2. Fragebogenauswertung	71
6.1.4. Technische Hilfsmittel	73
6.1.5. Zielgruppe	74
6.1.6. Versuchsablauf	75
6.1.6.1.2. Klassen des BRG Keplerstraße Graz	76
6.1.6.2.4. Klassen des BRG Keplerstraße Graz	77
6.1.6.3.4. Klassen der NMS St. Michael	78
6.2. Ergebnisse der empirischen Untersuchung	79

6.2.1. Überprüfungen	79
6.2.1.1. Vergleich des ersten und zweiten Tests der Ver- suchsgruppen	79
6.2.1.2. Vergleich von Versuchs- und Kontrollgruppe	92
6.2.2. Fragebögen	103
6.2.2.1. Auswertung einzelner Fragen	103
6.2.2.2. Auswertung des Fragenblocks „Individuelle Übun- gen“ unter Betrachtung des Interesses für Mathe- matik	113
6.2.2.3. Auswertung des Fragenblocks „Individuelle Übun- gen“ unter Betrachtung der Noten	116
6.3. Diskussion der Ergebnisse	121
7. Zusammenfassung	123
7.1. Resümee	124
7.2. Ausblick	124
Literatur	126
Abbildungen	134
Diagramme	135
Tabellen	136
Anhang	138
A. Abkürzungsverzeichnis	138
B. Überprüfungen	139
C. Fragebogen	147

Danksagung

Es ist mir ein Bedürfnis, mich bei allen Personen, die mich während meines Studiums begleitet und beim Verfassen dieser Diplomarbeit unterstützt haben, zu bedanken.

Ein besonderer Dank gilt Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.techn. Ebner Martin für die Betreuung meiner Diplomarbeit. Ferner möchte ich mich recht herzlich bei Dipl.-Ing. Edgar Neuherz für die Programmierung und Bereitstellung seiner Beispiele bedanken.

Ich danke der Schulleitung des BRG Keplerstraße Graz und der NMS St. Michael und im Besonderen den Lehrerinnen Mag.^a Ulrike Korp, Mag.^a Christa Moser, Dipl.-Päd.ⁱⁿ Elisabeth Wagner und Dipl.-Päd.ⁱⁿ Margarethe Lendl. Außerdem gebührt den Schülern und Schülerinnen, welche an dieser Studie teilgenommen haben, ein großer Dank.

Eine der wichtigsten Personen für den positiven Abschluss meines Studiums ist Maria Weinberger. Sie hat mich immer mit aufbauenden Worten ermutigt und stand mir in allen Lebenslagen mit Rat und Tat zur Seite. Weiters möchte ich mich bei Ines Eicher, Katharina Lukitsch, Carina Scherbler und allen anderen Freunden und Freundinnen, Studienkollegen und Studienkolleginnen für die tatkräftige Unterstützung bedanken.

In diesem Zusammenhang möchte ich mich auch besonders bei meinem Freund, Dominik, der für mich eine große emotionale Stütze war und mich stets motiviert hat, bedanken.

Der größte Dank gebührt meinen Eltern, Margarethe und Stefan, die mich stets unterstützt haben und immer hinter mir gestanden sind. Sie waren für mich die größte moralische Unterstützung und bestärkten mich fortwährend in meinem Tun. Sie gaben mir den nötigen Halt und die nötige Kraft, um dieses Studium zu absolvieren. Auch meinem Bruder, Christian, gebührt ein Dankeschön für die Unterstützung und Ermutigung in jeglicher Hinsicht. Natürlich möchte ich mich auch bei meinen Großeltern für die Unterstützung in jeglicher erdenkbaren Weise und das Vertrauen in mich und mein Können, bedanken.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 06. Mai 2016

(Julia Lendl)

1. Einleitung

Die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes beginnt nicht in der Fabrikhalle oder im Forschungslabor.

Sie beginnt im Klassenzimmer (Henry Ford)¹.

Aus dem Blickwinkel der Wirtschaft ist die Schule jener Ort, der zukünftige Arbeitskräfte möglichst gut ausbilden soll. Doch wie kann man Schüler und Schülerinnen bestmöglich ausbilden? Wie gelingt es, ihre individuellen Fähigkeiten und Interessen zu fördern und somit heranwachsende Spezialisten und Spezialistinnen auszubilden?

Das Schulsystem entfernt sich immer mehr von selektiv aussortierten Klassen und homogenem Unterricht. Die Schule besteht aus vielen unterschiedlichen Individuen mit ihren ganz speziellen, persönlichen Interessen und Kompetenzen. Lehrer und Lehrerinnen kämpfen mit dieser Heterogenität im Unterricht und versuchen, allen Lernenden gerecht zu werden. Doch wie ist es möglich, auf die Fähigkeiten und Vorlieben jedes einzelnen Schülers und jeder einzelnen Schülerin einzugehen?

1.1. Problemstellung

Kein Kind gleicht dem anderen. Jedes ist individuell und hat seine ganz eigenen Bedürfnisse, Vorstellungen und Kompetenzen. Gerade im Fach Mathematik sind individuelle Begabungen, Schwächen, räumliches Vorstellungsvermögen, aber auch Interessen an der Mathematik an sich, sehr unterschiedlich bei den Schülern und Schülerinnen ausgeprägt. Daher werden speziell im Mathematikunterricht diese verschiedenen Fähigkeiten der Lernenden sichtbar. Die Bedürfnisse, wie unterschiedliche Lerntempos, Interessen oder Motivationen, der Schüler und Schülerinnen sollen berücksichtigt werden. Die Lehrpersonen sollen auf die verschiedenen Leistungen und Vorkenntnisse eingehen und versuchen, die Lernenden bestmöglich zu fördern. Die leistungsstarken Schüler und Schülerinnen sollen gefordert, die leistungsschwachen

¹<http://www.zitate.de/autor/Ford,+Henry>, Abruf am: 06. Mai 2016

gefördert werden. Doch wie kann man einen differenzierten Mathematikunterricht, der auf die individuellen Fähigkeiten der Lernenden eingeht, gestalten?

1.2. Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es, die individuellen Unterschiede der Lernenden aufzeigen und zu klären, welche Konzepte einen differenzierten Unterricht ermöglichen. Als Methode um einen differenzierten Unterricht zu gestalten, werden individuelle Aufgaben erstellt. In dieser Arbeit wird empirisch überprüft, ob diese individuellen Beispiele einen Mehrwert im Unterricht darstellen und ob sich damit die Leistungen von Schülern und Schülerinnen in Mathematik verbessern.

Folgende Forschungsfragen sollen im Rahmen dieser Arbeit beantwortet werden:

- Verbessert sich die Leistung von Schülern und Schülerinnen im Mathematikunterricht durch individuelles Üben?
- Nehmen Schüler und Schülerinnen individuelle Übungen an?

1.3. Aufbau der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich prinzipiell in zwei große Bereiche. Im ersten Teil wird eine Literaturrecherche durchgeführt. Es soll damit die Bedeutung des Begriffs „Lernen“ geklärt werden. Es werden die einzelnen lerntheoretischen Ansätze erläutert. Lernen wird als neurologischer Prozess dargestellt und es wird ein Überblick über Gedächtnis und Wissen gegeben. Überdies werden die individuellen Unterschiede der Lernenden aufgezeigt. Es werden Differenzierungskriterien in der Schule vorgestellt und die Differenzierung im Lehrplan näher betrachtet. Abschließend werden im theoretischen Teil dieser Arbeit Differenzierungsmöglichkeiten im Mathematikunterricht vorgestellt.

Der zweite Teil umfasst die empirische Forschung dieser Arbeit. Er beschäftigt sich mit dem Einsatz von individuellen Übungen. Zu diesem Zwecke wurde eine Feldstudie durchgeführt. Es werden Hypothesen aufgestellt und die verwendeten Methoden und Auswertungsschemata erläutert. Ferner wird der Versuchsablauf beschrieben. Die Ergebnisse des empirischen Teils werden vorgestellt und anschließend diskutiert. Die Arbeit wird mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick abgeschlossen.

2. Lernen

Dieses Kapitel beginnt mit einem Zitat des britischen Komponisten Benjamin Britten:

Lernen ist wie Rudern gegen den Strom. Sobald man aufhört, treibt man zurück (Benjamin Britten)².

Es spiegelt wider, dass Lernen ein Prozess ist, der das ganze Leben andauern sollte. Sobald man jedoch damit aufhört, beginnt man, Gelerntes zu vergessen. Aber was ist Lernen eigentlich?

Dieses Kapitel soll den Begriff „Lernen“ definieren, die verschiedenen lerntheoretischen Ansätze vorstellen und einen Überblick über Gedächtnis und Lernen als neurologischen Prozess geben.

2.1. Begriffsdefinition

Seine Wurzeln hat das Wort „Lernen“ im Gotischen und Indogermanischen. Es ist verwandt mit den Begriffen „wissen“, „gehen“ und „nachspüren“ (Mielke 2001). Diese Begriffsdefinition lässt vermuten, dass das Gelernte eine Spur hinterlassen hat und dass Lernen eine Aktivität ist.

Die breite Masse verbindet mit dem Begriff des „Lernens“ wahrscheinlich in irgendeiner Form den Erwerb von Informationen. Auch im Duden, dem Rechtschreibwörterbuch der deutschen Sprache, versteht man darunter die Tätigkeit, sich Wissen bzw. Kenntnisse anzueignen³.

Man assoziiert mit diesem Wort oft Schule oder Studium und denkt dabei an die verschiedenen Fächer und deren Lehrstoffe. Doch Lernen beschränkt sich nicht nur auf Schule und Studium, denn im Grunde lernt man jeden Tag etwas Neues. Beispielsweise lernen Kleinkinder zu sprechen, damit sie ihren Mitmenschen ihre Bedürfnisse

²<http://www.zitate.de/autor/Britten,+Benjamin>, Abruf am: 30. April 2016

³<http://www.duden.de/node/665539/revisions/1613414/view>, Abruf am: 04. April 2016

mitteilen können. Jugendliche hören Musik und lernen ganz nebenbei, die Texte ihrer Lieblingslieder und Erwachsene beschäftigen sich etwa intensiv mit Ernährung und lernen, ihre Ernährungsangewohnheiten zu ändern. Diese Beispiele zeigen, dass Lernen nicht immer angestrebt wird (Hoy und Schönflug 2011). Sehr viele wissenschaftliche Definitionen des Begriffs „Lernen“ lehnen sich an Hill an: Im weiteren Sinne tritt Lernen auf, wenn Erfahrung eine relativ dauerhafte Veränderung im individuellen Wissen oder Verhalten schafft. Die Veränderung kann beabsichtigt oder unbeabsichtigt sein (Hill 2002).

Eine allgemeine Definition des Lernbegriffs von Lefrançois lautet:

Alle relativ dauerhaften Veränderungen im Verhaltenspotentials, die aus Erfahrung resultieren, aber nicht durch Müdigkeit, Reifung, Drogengebrauch, Verletzung oder Krankheit verursacht sind. Strenggenommen wird Lernen natürlich nicht durch tatsächliche oder potenzielle Verhaltensänderungen definiert. Stattdessen ist Lernen das, was im (menschlichen oder nichtmenschlichen) Organismus als Resultat von Erfahrung geschieht. Verhaltensänderungen sind lediglich Belege dafür, dass Lernen stattgefunden hat (Lefrançois 2006: 7).

Wie man Abbildung 2.1 entnehmen kann, bedeutet die Definition von Lefrançois demnach, dass die Änderung des Verhaltenspotenzials ein Beleg für Lernen ist bzw. beweist, dass Lernen tatsächlich stattgefunden hat. Das Lernen selbst ist ein Resultat von Erfahrungen. Es ist ein unsichtbarer, internaler neurologischer Prozess. Damit man von dem Begriff „Lernen“ sprechen kann, muss durch die Interaktion einer Person mit ihrer Umgebung eine Veränderung durch Erfahrung zustande gekommen sein. Veränderungen, welche auf Reifung zurückzuführen sind, gelten nicht als Lernen. Ebenso wenig spricht man von Lernen, wenn es sich um vorübergehende Änderungen handelt, welche durch Krankheit oder Müdigkeit hervorgerufen werden.

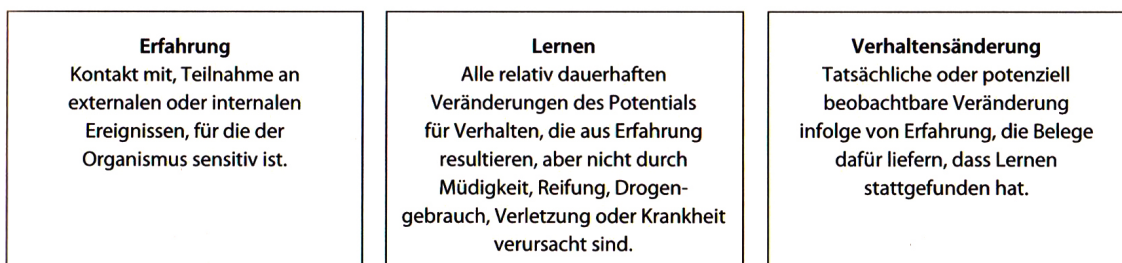


Abb. 2.1.: Definition des Lernbegriffs (Lefrançois 2006: 7)

Eine weitere moderne Definition des Wortes Lernen von Merz lautet:

Als ‚Lernen‘ werden relativ überdauernde Änderungen der Verhaltensmöglichkeiten bezeichnet, sofern sie auf die Aufnahme und Verarbeitung von Informationen zurückgehen (Merz 1996: 1239).

Diese Definitionen grenzen *Lernen auf Veränderungen im Wissensstand und im Verhalten ein* (Hoy und Schönplüg 2011: 257). Psychologen der unterschiedlichen lerntheoretischen Ansätze Behaviorismus und Konstruktivismus, welche im nächsten Kapitel näher erläutert werden, *stimmen darin überein, dass ein Organismus an mindestens zwei verschiedenen Zeitpunkten daraufhin beobachtet werden muss, wie er auf die gleiche Reizsituation reagiert* (Mietzel 2007: 33). Wenn er unterschiedlich reagiert, dann kann man möglicherweise von Lernen sprechen (s. Abb. 2.2).

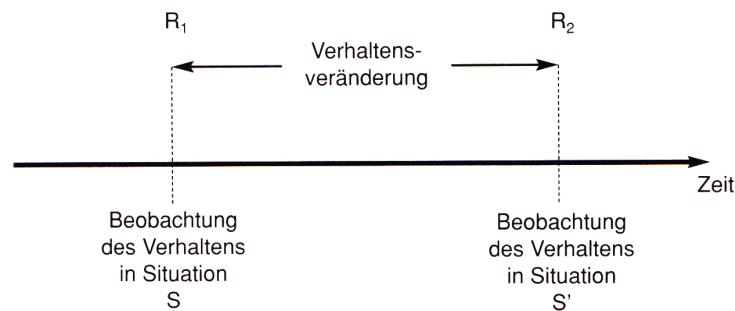


Abb. 2.2.: Ablauf eines Lernprozesses (Mietzel 2007: 33)

2.2. Lerntheoretische Ansätze

Der Begriff „Lernen“ kann von diversen theoretischen Standpunkten betrachtet werden. Die drei Hauptströmungen der Lerntheorien können zusammengefasst werden in:

- 1) Behaviorismus
- 2) Kognitivismus
- 3) Konstruktivismus

Bevor die einzelnen Hauptströmungen in den folgenden Kapiteln näher erläutert werden, gibt Abbildung 2.3 einen Gesamtüberblick über einige grundlegende Eigenschaften.

Der erste Ansatz im Sinne des ...	Behaviorismus	Kognitivismus	Konstruktivismus
entstand etwa ...	1913	1920	1945
Wichtige Vertreter waren ...	PAWLOW, WATSON, GUTHRIE, HEBB, SKINNER, THORNDIKE, HULL, SPENCE,	TOLMAN, LEWIN, BRUNER, PIAGET, TOLMAN, GAGNÉ	MATURANA, VARELA, VON FOERSTER, BATESON
Lern-Paradigma ist ...	Reiz-Reaktion	Problemlösen	Konstruieren
Die Strategie der Lehrer ist ...	Frontalunterricht (chalk-teaching)	Beobachten und Helfen (helping)	Kooperation (coaching)
Zentral ist ...	Reflexion	Kognition	Interaktion
Problemlösen ist ...	aufgabenzentriert	lösungsorientiert	prozessorientiert
Person des Lehrers ist ...	ein autoritärer Experte	ein Tutor (Mentor, Ratgeber)	ein verantwortlicher Coach (Trainer)
Die Lernziele sind ...	Produzieren korrekter Input-Output-Relationen	Entdecken von Methoden zur Lösungsfindung	Umgehen mit komplexen Problemsituationen
Eine Prüfung ist ...	Reproduzieren von vorgegebenem Lernstoff	aktives Problemlösen	Abchecken des Verständnisses für das Ganze
Studierende sollen arbeiten ...	allein (Einzelkämpfer)	zusammen mit Kollegen (Paar)	interaktiv in einer Gruppe (Team)
Das menschliche Gehirn ist ...	ein passiver Wissenscontainer	ein lineares Informationssystem	ein geschlossenes Informationssystem
Beurteilung der Studierenden erfolgt über ...	Leistung (klares Abfragen von Fakten)	Wissen (Überprüfung von Konzepten)	Kompetenz (Erkennen des Gesamtproblems)
Präsentation des Lernmaterials in ...	kleinen, dosierten Portionen	komplexen Umgebungen	in unstrukturierter Realität
Feedback ...	extern	extern modelliert	intern modelliert
Wissen ist ...	objektiv	objektiv	subjektiv
Wissen wird ...	gespeichert	verarbeitet	konstruiert
Mensch-Maschine-Interaktion	strikt fixiert, vorgegeben	dynamisch, adaptiv	selbstreferentiell und autonom
Programmierstil	strenger Ablauf	dynamisch, flexibel	vernetzt, offen
Maschinen-Paradigma	Kybernetische Lernmaschine	künstliche Intelligenz	komplexe Umgebungen
Idealer Software typus	CAI (typisches Paukprogramm)	CBT, WBT (Lernumgebung)	Simulationen, Mikrowelten

Abb. 2.3.: Hauptströmungen der Lerntheorien
(Holzinger 2001: 111)

2.2.1. Behaviorismus

In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts war der Behaviorismus die dominierende Richtung in der Lernforschung. Er wird auch heute noch oft mit dem Begriff des Lernens verknüpft.

John B. Watson prägte den Begriff des Behaviorismus grundlegend. Er gilt zudem auch als der erste Behaviorist (Mazur 2005). *Die Grundidee des Behaviorismus besteht darin, dass eine wissenschaftliche Psychologie im Wesentlichen das Verhalten erforschen sollte und die Bedingungen finden muss, die dazu führen, dass sich Verhalten ändert und an Umweltbedingungen anpasst* (Kiesel und Koch 2012: 13). Die Vertreter dieser Lerntheorie entwickeln die Hypothese, dass sich jedes Verhalten aus einem Reiz-Reaktionsmuster zusammensetzt. Ihr Ziel ist es, Gesetze aus diesen Reiz-Reaktionsmustern abzuleiten und diese mathematisch darstellbar zu machen (Holzinger 2001).

Man betrachtete das Gehirn als „Black Box“, über deren Inhalt jedoch keine Aussage möglich sei. Gegenstände einer wissenschaftlichen Untersuchung durften demnach nur das beobachtbare Ereignis in der Umwelt (Reiz) und das vermutlich daraus folgende Verhalten (Reaktion) sein. Lernen wurde als die Assoziation von Reiz und Reaktion betrachtet, der Geist als ein unbeschriebenes Blatt (Ebner und Schön 2013).

Den traditionellen (behavioristischen) Lernformen liegt eine so genannte ‚Nürnberger-Trichter-Didaktik‘ zugrunde: individuelle Schwerpunktsetzungen existieren kaum, die Aufgabe der Lernenden ist hauptsächlich passiv und auf die bloße Rezeption und Repetition des dargebotenen Lernstoffes beschränkt (Holzinger 2001: 131).

2.2.1.1. Klassische Konditionierung

Historisch betrachtet ist die Psychologie des Lernens eng mit dem Begriff der „Assoziation“ verbunden. Bereits Aristoteles verwendete diesen Begriff. Die Vorreiter in der experimentellen Erforschung des Lernens sind Ivan P. Pavlov (1849 - 1936)⁴ und Edward L. Thorndike (1874 - 1949)⁵. Pavlov untersuchte die Physiologie des Verdauungssystems des Hundes. Er entdeckte hierbei, dass reflexartige Reaktionen, wie der Speichelfluss, nicht nur durch natürliche Auslösereize (wie z.B. Futter) ausgelöst werden können, sondern, dass man diese Reize durch geeignete Lernprozeduren (z.B. auch mittels eines Glockentones) hervorrufen kann. Dieser bedingte Reflex (oder konditionierte Reaktion) kann mit einer klassischen Konditionierung (= experimentelle Prozedur) untersucht werden. Der Lerneffekt tritt hierbei am zuverlässigsten ein, wenn der neutrale Reiz (also der Glockenton) dem natürlichen Reiz (also dem Futter) zeitlich vorausgeht (Kiesel und Koch 2012).

Die klassische Konditionierung ist auch für die Pädagogische Psychologie sehr bedeutsam. Von großem Interesse sind die Einstellungen und Emotionen, welche Schüler und Schülerinnen mit ihren Lernerfahrungen und der Schule an sich verbinden. Man muss in allen Situationen des täglichen Lebens damit rechnen, dass eigentlich ursprünglich neutrale Reize die Funktion konditionierter Reize übernehmen. Das Klassenzimmer bietet Schülern und Schülerinnen einige Möglichkeiten, um Assoziationen zwischen bestimmten Ereignissen und emotionalen Reaktionen entstehen zu lassen (Mietzel 2007).

⁴http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1904/pavlov-bio.html, Abruf am: 15. April 2016

⁵<http://www.simplypsychology.org/edward-thorndike.html>, Abruf am: 15. April 2016

Konditionierung kann zum Beispiel durch eine bewertende Stellungnahme des Lehrers bzw. der Lehrerin auftreten. Zunächst besitzen das Unterrichtsfach (z.B. Mathematik), die Unterrichtsmaterialien (z.B. Schulbücher) oder die Schule als Institution für die Lernenden nur die Funktion der neutralen Reize. Nachdem die Lernenden diese neutralen Reize wahrgenommen haben, erleben sie häufig Maßnahmen, wie z.B. Lob/Tadel oder Anerkennung/Missbilligung von Leistungsergebnissen. Diese Maßnahmen lösen bei ihnen unterschiedliche emotionale Empfindungen aus und werden somit zum Bestandteil klassischer Konditionierung (Mietzel 2007).

Prozesse der klassischen Konditionierung können also im Klassenzimmer eine sehr wichtige Rolle spielen. Häufiger tritt jedoch die operante Konditionierung auf (Mietzel 2007).

2.2.1.2. Operante Konditionierung

Bei der operanten Konditionierung wird die Auftretenswahrscheinlichkeit eines Verhaltens aufgrund der Konsequenzen dieses Verhaltens verändert (Holzinger 2001: 124). Das bedeutet, folgt nach einem gezeigten Verhalten eine positive, angenehme Konsequenz, so erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass dieses Verhalten wieder gezeigt wird. Umgekehrt gilt, stellt sich nach einem gezeigten Verhalten eine negative, unangenehme Konsequenz ein, so verringert sich die Wahrscheinlichkeit, dass dieses Verhalten wiederholt wird (Holzinger 2001).

Anfang des 20. Jahrhunderts beschäftigte sich Thorndike mit experimentellen Studien zum Lernen an Katzen. Er beobachtete, dass Katzen lernten, sich aus einem Käfig zu befreien und stellte fest, dass sie mit zunehmenden Lerndurchgängen schneller wurden (Kiesel und Koch 2012).

Frederic Skinner (1904 - 1990)⁶ setzte sich zu Beginn seiner wissenschaftlichen Laufbahn mit den Arbeiten Thorndikes auseinander. Ihm erschien dessen Fragestellung jedoch zu eng. Deshalb beschäftigte er sich mit der Frage „Welche äußeren, veränderbaren Bedingungen beeinflussen das Verhalten wirksam?“. Für ihn stellte die Verstärkung einen Mechanismus dar, durch den die Wahrscheinlichkeit, dass eine Verhaltensweise auftritt, erhöht wird. Man kann ein Verhalten nach Skinner nur in der Hoffnung belohnen, dass es daraufhin wiederholt wird. Ob die Belohnung tatsächlich als solche interpretiert wird, bleibt jedoch fraglich (Mietzel 2007).

⁶http://www.verhaltenswissenschaft.de/Psychologie/Behaviorismus/Radikaler_Behaviorismus/Skinner/Biographie_Skinners/biographie_skinners.htm, Abruf am: 15. April 2016

Auch im Klassenzimmer wird oft auf die Funktionsweise der operanten Konditionierung zurückgegriffen. So können eine gute Zensur oder das Lob einer Lehrperson als Verstärker gedacht sein (Mietzel 2007).

2.2.2. Kognitivismus

Unter Kognition versteht man allgemein jeden mentalen Prozess, der mit Erkennen und Wissen zu tun hat. Hierunter fallen die Elemente Begriffsbildung, Wahrnehmen, Wiedererkennen und schlussfolgerndes Denken. Im Mittelpunkt stehen nun die Denk- und Verarbeitungsprozesse der Lernenden, nicht nur die äußeren Bedingungen. Das Gehirn wird nicht mehr als „Black Box“ angesehen. Der Mensch wird als Individuum wahrgenommen, das sich nicht durch äußere Reize steuern lässt, sondern selbstständig und vor allem unterschiedlich auf diese Reize reagiert (Holzinger 2001).

Der Lernvorgang selbst läuft aus Sicht des Kognitivismus wie ein Informationsverarbeitungsprozess ab. Es gibt eine Eingabe, welche vom Gehirn verarbeitet wird und daraus eine Ausgabe generiert. In dieser sehr abstrakten Ebene können menschliches Gehirn und Computer als äquivalent angesehen werden. Die Eingabe bilden codierte Informationen, welche die Lernenden mit Hilfe des zur Verfügung stehenden Vorwissens decodieren und somit eine Ausgabe erzeugen. Da die Ausgabe vom individuellen Vorwissen abhängig ist, kann trotz selber Eingabe bei verschiedenen Lernenden eine unterschiedliche Ausgabe erfolgen. Wurde vom Lernenden entsprechend einer bestimmten Eingabe eine falsche Ausgabe generiert, so waren entweder

- die Eingabeinformation fehlerhaft,
- die Informationsaufnahme des Lernenden gestört oder
- die Informationsverarbeitung des Lernenden selbst gestört (Holzinger 2001).

Jerome Seymour Bruner (1915)⁷ betonte die soziale Interaktion als grundlegenden Bestandteil menschlicher Informationsverarbeitung. Er entwickelte die Entdeckungstheorie des Lernens:

- Entdeckendes Lernen wird durch die Lernenden selbst gesteuert.
- Informationen müssen entdeckt, priorisiert und neu geordnet werden, bevor man daraus Wissen generieren kann.
- Lernvorgänge werden von Neugier und Interesse der Lernenden geleitet.

⁷<http://www.britannica.com/biography/Jerome-S-Bruner>, Abruf am: 15. April 2016

Eine entscheidende Rolle beim entdeckenden Lernen spielt die intrinsische (= aus eigenem Antrieb entstandene) Motivation. Insgesamt wird dem entdeckenden Lernen eine motivierende Wirkung zugesprochen (Holzinger 2001).

Jean Piaget (1896 - 1980)⁸ erforschte das Lernen von Kindern. Er stellte fest, dass sich die Kinder ihr eigenes Bild von der Umwelt konstruieren und Wissen auf der Tatsache von Konzeptbildung aneignen (Holzinger 2001).

Nach Piaget strebt der menschliche Organismus mit Hilfe von zwei komplementären Mechanismen stets ein Gleichgewicht (Homöostase) mit seiner Umwelt an:

- 1) **Assimilation** - die Umwelt wird so behandelt, dass sie in die eigenen Strukturen passt,
- 2) **Akkommodation** - die eigenen Strukturen werden an die Umwelt angepasst (*adaption*) (Holzinger 2001: 142).

Einfache Konzepte werden deshalb, je nach Altersstufe, durch immer ausgefeiltere Konzepte ersetzt. Diese kognitive Entwicklung, kann nach Piaget, zitiert nach Holzinger, in folgende aufeinander aufbauende Stufen eingeteilt werden:

- 1) **Sensomotorische Phase:** Verstehen der Welt durch aktives Tun. (Alter: 0 bis 2 Jahre)
- 2) **Präoperationale Phase:** Zusammenhänge werden in einer Richtung gesehen und sind noch stark vom eigenen Standpunkt geprägt. (Alter: 2 bis 7 Jahre)
- 3) **Phase der konkreten Operationen:** Zwei Standpunkte können gleichzeitig berücksichtigt und Zusammenhänge aus beiden Richtungen verstanden werden. (Alter: 7 bis 12 Jahre)
- 4) **Phase der formalen Operationen:** Es kann hypothetisch gedacht und abstrahiert werden. (Alter: ab 12 Jahre) (Holzinger 2001)

2.2.3. Konstruktivismus

Im Konstruktivismus wird die Autonomie des Lernenden weiter gesteigert. Das Vorwissen der Lernenden steht bei dieser Lerntheorie im Mittelpunkt. Neues Wissen wird immer mit Bezug darauf konstruiert. Informationen sollen anhand von realistischen Problemen in komplexen Zusammenhängen und mit einer Vielzahl von gegenseitigen Abhängigkeiten dargestellt werden. Erst dadurch können Lernende

⁸<http://www.lern-psychologie.de/kognitiv/piaget.htm>, Abruf am: 15. April 2016

die Prinzipien und Strategien zuerst verallgemeinern und anschließend von einem Kontext auf einen anderen übertragen (Holzinger 2001).

Man kann die konstruktivistische Auffassung folgendermaßen zusammenfassen:

Lernen ist aktive Wissenskonstruktion in Verbindung mit bereits bestehendem Vorwissen. Lernen ist individuell - der jeweilige Lernweg ist nicht vorhersehbar (Holzinger 2001: 149).

Die Aufgabe der Lehrperson besteht in konstruktivistischen Modellen nicht darin, Informationen zu vermitteln. Ihre Aufgabe ist es viel mehr, die Lernenden in Form von Hilfestellungen, Hinweisen und Rückmeldungen zu begleiten. Die Lernenden sollen sich selbstständig mit Lerninhalten auseinandersetzen und Zusammenhänge entdecken. Sie sollen somit selbstständig ihr individuelles Wissen konstruieren (Holzinger 2001).

2.3. Lernen als neurologischer Prozess

Das menschliche Gehirn beginnt sich in etwa einem Monat nach der Befruchtung der weiblichen Eizelle zu entwickeln (Hoy und Schönplflug 2011). Es enthält ungefähr 100 Milliarden Nervenzellen, wobei jede einzelne ungefähr die Verarbeitungskapazität eines kleinen Computers hat. Von diesen 100 Milliarden Nervenzellen ist jeweils ein beträchtlicher Anteil gleichzeitig aktiv. Durch ihr wechselseitiges Zusammenspiel erfolgt überwiegend die Informationsspeicherung und Informationsverarbeitung, wobei Neurotransmitter (Botenstoffe) eine wichtige Rolle spielen. Man kann sich die Verarbeitungskapazität des Gehirns also als 100 Milliarden miteinander vernetzten Computern vorstellen. Das Gehirn darf jedoch nicht ausschließlich so idealisiert werden, da es durchaus seine Schwachstellen hat. Wählt man zum Beispiel das Wurzelziehen, so wird das Gehirn durch einen einfachen Taschenrechner geschlagen (Anderson et al. 2013).

2.3.1. Das menschliche Nervensystem

Das Gehirn stellt nur einen Teilbereich des Nervensystems dar. Das gesamte Nervensystem besteht darüber hinaus auch noch aus den verschiedenen sensorischen Systemen, welche aus den verschiedensten Bereichen des Körpers Informationen zusammenführen und aus dem motorischen System, welches für die Bewegungssteuerung zuständig ist. Deshalb erfolgt in vielen Fällen ein großer Teil der Informationsverarbeitung außerhalb des Gehirns (Anderson et al. 2013).

Das menschliche Nervensystem gliedert sich also in Zentralnervensystem (Gehirn und Rückenmark) und peripheres Nervensystem (z.B. Sinneszellen) (Edelmann und Wittmann 2012).

Aus dem Blickwinkel der Informationsverarbeitung *sind die wichtigsten Bestandteile des Nervensystems die Nervenzellen oder Neuronen* (Anderson et al. 2013: 10). Eine Nervenzelle (s. Abb. 2.4) *besteht aus einem Zellkörper (dem Soma mit dem Zellkern) sowie verschiedenartigen Fortsätzen, den Dendriten und dem relativ langen Axon (Nervenfasern) (Edelmann und Wittmann 2012).*

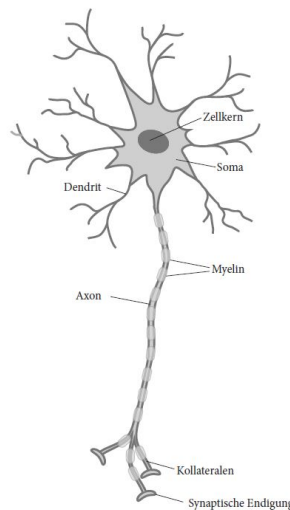


Abb. 2.4.: Nervenzelle (Edelmann und Wittmann 2012: 18)

Damit die einzelnen Nervenzellen miteinander kommunizieren können, stehen sie über Synapsen miteinander in Verbindung. Die synaptischen Endkolben sind jedoch von der Oberfläche des Neurons durch einen schmalen Spalt (ca. 50 Nanometer) getrennt. Dieser Spalt wird auch synaptischer Spalt genannt. *Das Nervensystem ist also aus isolierten Nervenzellen (Neuronen) aufgebaut* (Edelmann und Wittmann 2012: 18).

Damit Nervenzellen Informationen übertragen können, werden ankommende elektrische Signale von den Dendriten empfangen und längs der Nervenfasern weitergeleitet. Wenn ein solches elektrisches Potential die Synapse des Neurons erreicht, werden dort chemische Botenstoffe, sogenannte Neurotransmitter, freigesetzt. Durch die Freisetzung dieser Stoffe ändert sich auch in der benachbarten Synapse ihr elektrisches Potenzial. Ähnlich wie sich der Nervenimpuls von einer Zelle zu einer anderen fortpflanzt, arbeiten ganze Zellverbände in den Kern- und Rindenstrukturen des Gehirns. Lernen und Gedächtnis sind neurobiologisch in den Veränderungen von elektrischen Potentialen der Synapsen zurückzuführen (Edelmann und Wittmann 2012).

2.3.2. Aufbau des menschlichen Gehirns

Nachdem das grundlegende Prinzip der neuronalen Informationsverarbeitung betrachtet wurde, wird nun die Gesamtstruktur des zentralen Nervensystems, welches wie bereits erwähnt aus Gehirn und Rückenmark besteht, untersucht. Die wichtigste Funktion des Rückenmarks ist, neuronale Botschaften vom Gehirn zu den Muskeln und Organen und sensorische Botschaften vom Körper zurück ins Gehirn zu bringen (Hoy und Schönplflug 2011).

Das Gehirn selbst kann man, vereinfacht betrachtet, in vier Hauptbereiche einteilen: Großhirnrinde, Zwischenhirn, Kleinhirn und Hirnstamm. Jeder einzelne Bereich des Gehirns (s. Abb. 2.5), weist schwerpunktmäßig andere Funktionen auf:

- Großhirnrinde: Verarbeitung komplexer sensorischer Nachrichten für
 - kognitive Leistungen (z.B. Sprechen und Denken),
 - Lernen und Gedächtnis und
 - Entwicklung von Handlungskonzepten.
- Limbisches System (ein tieferer Abschnitt des Großhirns): Entstehung und Steuerung von Emotionen und Motivation.
- Zwischenhirn:
 - Thalamus: Umschaltstation für motorische und sensorische Information von tiefer liegenden Bereichen zur Großhirnrinde.
 - Hypothalamus:
 - Oberstes Koordinationszentrum für das autonome Nervensystem.
 - Zusammen mit der Hypophyse (Hirnanhangsdrüse) das Steuerungs-
zentrum für das Hormonsystem.
- Mittelhirn:
 - Retikulärsystem: Aufmerksamkeit und Wachheitsgrad des Organismus.
 - Ursprungsgebiet einiger der zwölf Hirnnerven.
- Hinterhirn: Wichtigster Teil davon ist das Kleinhirn. Es unterstützt die Tätigkeit anderer motorischer Zentren und koordiniert sie miteinander.
- Nachhirn: vegetative Reflexzentren (z.B. Atem- und Kreislaufzentrum) (Edelmann und Wittmann 2012).

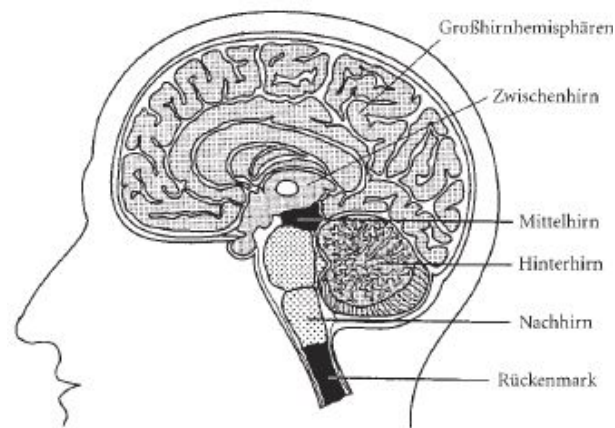


Abb. 2.5.: Querschnitt Gehirn (Legewie et al. 1972: 28)

2.3.2.1. Die Großhirnrinde (Kortex)

Die wichtigste Komponente des zentralen Nervensystems ist das Gehirn. *Die Großhirnrinde ist die höchste neuronale Integrationsebene. Sie ist eine stark gefaltete, etwa ein Millimeter dicke Schicht von Nervengewebe und bildet die äußere Hülle der beiden Großhirnhälften* (Edelmann und Wittmann 2012: 2).

Die Großhirnrinde oder auch Kortex genannt, kann man in verschiedene Areale einteilen, welche unterschiedliche Funktionen haben:

- Frontallappen: Körperbewegung und Koordination
- Temporallappen: Hörzentrum
- Parietallappen: Körperempfindungen
- Okzipitallappen: Visueller Kortex (Hoy und Schönplflug 2011)

2.3.2.2. Hemisphären

Für die kognitive Entwicklung sind auch die beiden Gehirnhälften (Hemisphären) von Bedeutung (Hoy und Schönplflug 2011). Die meisten sensorischen und motorischen Regionen befinden sich auf beiden Hemisphären und sind symmetrisch angeordnet (Edelmann und Wittmann 2012).

Jeweils eine Hirnhälfte steuert die jeweils andere Seite des Körpers, da sich die meisten Nervenfasern von den Sinnesorganen und zu den Muskeln überkreuzen. So beeinträchtigt eine Störung der rechten Hemisphäre die Bewegungen der linken Seite des Körpers und umgekehrt (Hoy und Schönplflug 2011).

Es scheint außerdem, als seien die beiden Gehirnhälften auf unterschiedliche Funktionsbereiche spezialisiert. So wird die sprachliche und analytische Verarbeitung bei den meisten Menschen mit der linken Gehirnhälfte assoziiert, wohingegen die rechte Seite wahrnehmungsgebundene und räumliche Prozesse sowie Emotionen verarbeitet (Anderson et al. 2013). Bis die Lateralisierung (= die Spezialisierung der Großhirnhemisphären auf bestimmte Funktionen⁹) abgeschlossen ist, kann bei einem *Trauma oder einer Störung die Funktion der beschädigten Areale oft von anderen Hirnteilen übernommen werden* (Hoy und Schönplflug 2011: 35). Ist die Lateralisierung bereits abgeschlossen, ist das Gehirn kaum mehr in der Lage beschädigte Teile zu kompensieren. Jede geistige Aktivität beansprucht beide Gehirnhälften, da stets mehrere Funktionsbereiche zusammenarbeiten.

2.4. Wissen

Kenntnisse und Wissen sind das Ergebnis des Lernens. Außerdem kann Wissen auch wieder neues Lernen auslösen. Was man schon weiß, stellt die Grundlage und den Rahmen für das, was man noch lernen möchte, dar.

Man unterscheidet zwischen dem allgemeinen Wissen, das sich auf die verschiedensten Situationen anwenden lässt und dem bereichsspezifischen Wissen, welches sich nur auf ein spezielles Fachgebiet konzentriert.

Was man weiß, wird im Gedächtnis gespeichert. *Etwas zu wissen heißt es später - wenn es benötigt wird - aus dem Gedächtnis abrufen zu können* (Hoy und Schönplflug 2011: 309).

2.5. Gedächtnis

Es gibt zahlreiche Gedächtnistheorien, von denen jene, die von Informationsverarbeitungsprozessen ausgehen, am weitesten verbreitet sind.

2.5.1. Informationsaufnahme und -verarbeitung

Das Gedächtnis bezeichnet man als eine funktionale Einheit. Das bedeutet, es ist nichts, was man angreifen kann (Holzinger 2001). Neuronen des gesamten Gehirns,

⁹<http://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/lateralisierung/6933>, Abruf am: 10. April 2016

welche die Grundlage für das Gedächtnis bilden, reagieren auf veränderte Erfahrungen. Der menschliche Organismus benötigt das gänzliche Gehirn im Zusammenhang mit Erinnerungen. Bei der Erforschung des Gedächtnisses stehen insbesondere zwei Regionen im Mittelpunkt: Der Temporallappen und die präfrontalen Bereiche des Gehirns (Anderson et al. 2013).

Das Gedächtnis besitzt die Fähigkeit, *erlerntes Wissen wieder abzurufen und entsprechend auf schon früher aufgetretene Reizsituationen zu reagieren* (Holzinger 2001: 36). Die Gedächtnispsychologie beschäftigt sich mit Fragen des Behaltens (Seel 2003). Die Analogie des Computers wurde für frühere Ansätze zu einem Gedächtnismodell, um Gedächtnisvorgänge besser zu verstehen, benutzt. Heute ist das Computermodell für die meisten kognitiven Psychologen nur mehr ein Sinnbild (Hoy und Schönplflug 2011). Jene Theoretiker, die sich mit künstlicher Intelligenz beschäftigen, versuchen jedoch, Computerprogramme zu entwickeln, welche wie Menschen „denken“ sollen und so Probleme lösen könnten (Anderson 2005).

Die Abbildung 2.6 stellt das System der Informationsverarbeitung dar. Hier unterscheidet man, gemäß der Metapher des Lernens als Informationssystem, drei separate, miteinander interagierende Gedächtnisteilsysteme, welche als „sensorisches Register“ (bzw. Ultrakurzzeitgedächtnis), „Arbeitsgedächtnis“ und „Langzeitgedächtnis“ bezeichnet werden (Engelkamp 1991). Um das Modell zu verstehen, werden in den folgenden Kapiteln die einzelnen Komponenten näher erläutert.

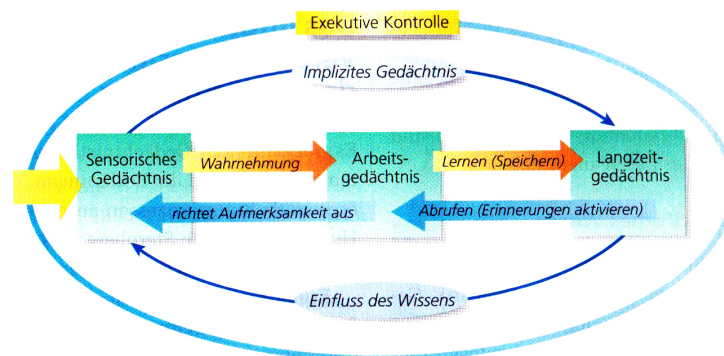


Abb. 2.6.: System der Informationsverarbeitung (Hoy und Schönplflug 2011: 310)

2.5.2. Sensorisches Register

Reize aus der Umgebung, z.B. ein Kneifen in den Arm, das eine Nachwirkung hinterlässt, treffen auf Mechanismen der sensorischen Informationsaufnahme wie Sehen,

Hören, Riechen und Fühlen (Hoy und Schönplflug 2011). Die Kapazität des sensorischen Registers ist sehr groß. Deshalb ist es möglich, mehr Informationen aufzunehmen als man gleichzeitig verarbeiten kann (Hoy und Schönplflug 2011). Man unterscheidet die sensorischen Register nach den verschiedenen Arten von Sinnesorganen (Mietzel 2007). Die immense Menge an Informationen wird in diesen Systemen nur sehr kurz, zwischen einer und drei Sekunden, gespeichert (Hoy und Schönplflug 2011).

2.5.3. Arbeitsgedächtnis

Die Aufgabe des Arbeitsgedächtnisses *besteht darin, Informationen zeitweilig verfügbar zu halten, um darauf Gedächtnisinhalte von größerer Dauerhaftigkeit zu erzeugen* (Seel 2003: 39). Für die weitere Verarbeitung stehen die Informationen im sensorischen Register zur Verfügung, sobald sie erkannt und somit z.B. in ein Bild- oder Klangmuster überführt worden sind. Das Arbeitsgedächtnis kann als die „Werkstatt“ des Gedächtnissystems bezeichnet werden. In ihm werden Informationen vorübergehend festgehalten und mit Wissen aus dem Langzeitgedächtnis verknüpft. Es beinhaltet alles, woran der Mensch zu einem gewissen Zeitpunkt denkt (Hoy und Schönplflug 2011).

Die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses ist beschränkt. Hier ist es wichtig, zu beachten, dass das Kurzzeitgedächtnis nicht mit dem Arbeitsgedächtnis gleichgesetzt werden kann. Als Arbeitsgedächtnis wird die vorübergehende Speicherung sowie die Bearbeitung der Informationen bezeichnet. Das Kurzzeitgedächtnis besteht hingegen nur aus der Speicherung der Informationen (Hoy und Schönplflug 2011). Die Informationen des Kurzzeitgedächtnisses werden in etwa 15 bis 20 Sekunden behalten (Baddeley 2001).

Informationen müssen eine gewisse Verweildauer im Kurzzeitgedächtnis haben, um ins Langzeitgedächtnis zu gelangen. Je länger die Verweildauer ist, desto mehr kann erinnert werden (Anderson et al. 2013: 121). Gegenwärtig gliedert man das Arbeitsgedächtnis in drei Komponenten, welche in Abbildung 2.7 ersichtlich sind: zentrale Exekutive, phonologische Schleife und visuell-räumlicher Notizblock (Hoy und Schönplflug 2011).

2.5.3.1. Zentrale Exekutive

Sie steuert die Aufmerksamkeit und andere geistige Ressourcen. Man bezeichnet sie auch als den „Arbeiter“ im Arbeitsgedächtnis (Hoy und Schönplflug 2011). Nach

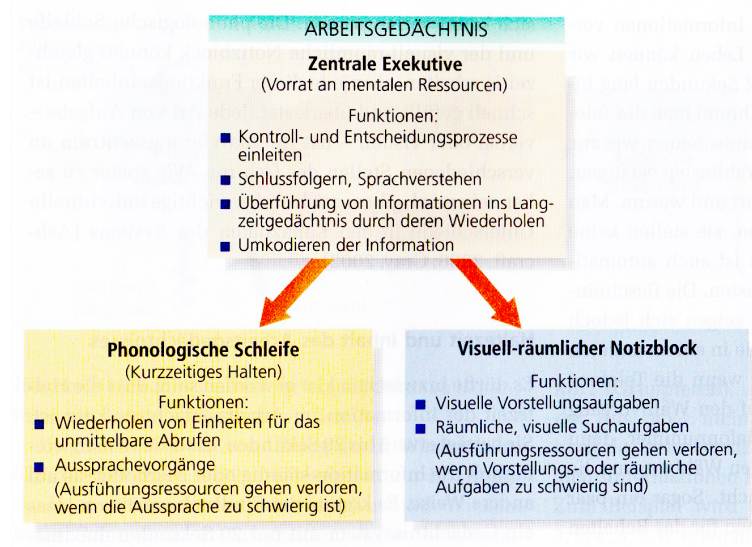


Abb. 2.7.: Teilsysteme des Arbeitsgedächtnisses (Hoy und Schönplflug 2011: 315)

Baddeley wird sie verglichen mit einer höheren Position im Management eines Betriebes. In dieser Position entscheiden Verantwortliche nicht nur, welchen Fragen und Vorhaben besondere Aufmerksamkeit zuteilwerden sollen und welche vernachlässigt werden können, sondern sie entscheiden außerdem über die Vorgehensweise bei Problemen (Baddeley 2001). Das bedeutet, dass die zentrale Exekutive die Aufmerksamkeit überwacht, Pläne aufstellt und Informationen integriert und abrufen. Außerdem wiederholt sie Sprachverstehen, Schlussfolgerungen und Informationen, um sie ins Langzeitgedächtnis zu überführen (Hoy und Schönplflug 2011). Man nimmt also an, dass die zentrale Exekutive eine Koordinations- und Planungsaufgabe hat, jedoch keine Informationen speichern kann (Richardson 1996a, b). Sie greift hierfür auf die beiden Komponenten, welche in den nächsten beiden Kapiteln erläutert werden, zurück (Mietzel 2007).

2.5.3.2. Phonologische Schleife

Sie wird auch als der akustische Speicher bezeichnet. Das bedeutet, dass sie akustische und sprachbasierte Informationen speichert. Auch hier wird wieder zwischen zwei Bestandteilen unterschieden:

- Akustische Inhalte: Sie werden bereits nach einigen Sekunden gelöscht.
- Erhaltungswiederholung: Ermöglicht die Verlängerung der Speicherzeit.

Als Beispiel sei hier ein unaufmerksamer Schüler bzw. eine unaufmerksame Schülerin im Unterricht genannt. Bittet die Lehrperson den Schüler bzw. die Schülerin, das

gerade Gesagte zu wiederholen, so dürfte es ihnen dennoch gelingen, die letzten Worte wiederzugeben, da der akustische Speicher noch die Sprachreize der letzten zwei Sekunden enthält (Mietzel 2007).

2.5.3.3. Visuell-räumlicher Notizblock

Dieses System speichert visuelle Informationen, die erstellt worden sind, um sprachliche Informationen zu verarbeiten (Mietzel 2007: 216).

Um das Beispiel » *Wenn Sie ein p um 180 Grad drehen, erhalten sie dann ein b oder d*« (Hoy und Schönplflug 2011: 316) zu lösen, wird der visuell-räumliche Notizblock verwendet, da man die Frage durch eine in seiner Vorstellung vollzogenen Drehung (mentalen Rotation) beantwortet. Das bedeutet, dass dieses System eine Funktionseinheit ist, in der das Vorstellungsbild manipuliert wurde (zuvor hat jedoch die zentrale Exekutive realisiert, was eine 180 Grad Drehung eigentlich bedeutet) (Hoy und Schönplflug 2011).

2.5.3.4. Haltezeit und Halten von Informationen im Arbeitsgedächtnis

Die Haltezeit der Informationen im Arbeitsgedächtnis ist sehr kurz - sie liegt zwischen 5 bis 20 Sekunden. Diese Informationen sind sehr instabil, außer sie werden aktiviert. Eine Information bleibt solange aktiviert, solange man seine Aufmerksamkeit auf sie richtet (Hoy und Schönplflug 2011). Sobald die Information im Arbeitsgedächtnis nicht mehr aktiviert ist, verblasst sie und wird „vergessen“ (Anderson et al. 2013). Damit man Informationen länger als 20 Sekunden im Arbeitsgedächtnis behalten kann, muss man sie mental wiederholen (Hoy und Schönplflug 2011).

Informationen werden so lange im Gedächtnis behalten, wie man sie benötigt. Sind sie nicht mehr erforderlich, so werden sie vergessen (Hoy und Schönplflug 2011). Es gibt zwei Arten von Übungen durch Wiederholen (Craik und Lockhart 1972):

- Elaborierendes Wiederholen: Informationen aus dem Arbeitsgedächtnis halten, indem sie mit bekannten Wissen aus dem Langzeitgedächtnis verknüpft werden.
- Chunking (Gruppieren): Unverbundene Informationseinheiten werden zu Einheiten höherer Ordnung zusammengefasst (z.B. Merkt man sich eine Telefonnummer leichter, indem man Zweier- oder Dreiergruppen von Zahlen bildet.) (Hoy und Schönplflug 2011).

2.5.4. Langzeitgedächtnis

Alles, woran ein Mensch sich erinnern kann und was nicht gerade erst passiert ist, gehört zum Langzeitgedächtnis (Lefrançois 2006: 265). Deswegen befinden sich auch Sprachkenntnisse, Erinnerungen an den Schulunterricht sowie das generelle gesamte und stabile Weltbild in unserem Langzeitgedächtnis. Das Langzeitgedächtnis besitzt vier besondere Merkmale:

1) Langzeitgedächtnis ist stabil

An viele Dinge, an die man sich am heutigen Tag oder am darauffolgenden Tagen erinnert, wird man sich auch in der nächsten Woche oder im nächsten Jahr erinnern. Man erinnert sich an Gesichter und Informationen aus der eigenen Schulzeit (Jenkins et al. 2002; Magnussen et al. 2003).

2) Langzeitgedächtnis ist generativ

Gedächtnis ist keine buchstäbliche Reproduktion der Vergangenheit, sondern stattdessen abhängig von Konstruktionsprozessen, die wiederum für Fehler, Verzerrungen und Illusionen anfällig sind (Schacter et al. 1998: 290). Man bildet sich vorgefasste Meinungen und Ansichten über jene Dinge, die für uns zusammengehören. Diese Meinungen und Ansichten haben grundlegenden Einfluss auf unser Gedächtnis. Menschen sind der Meinung, sich an Dinge erinnern zu können, welche jedoch niemals passiert sind. Das geschieht deshalb, weil Erinnerungen generiert anstatt reproduziert werden (Lefrançois 2006).

3) Verständnis beeinflusst das Langzeitgedächtnis

Menschen erinnern sich oftmals nicht an Einzelheiten, sondern eher an das Wesentliche, an eine zentrale Idee (Koriat et al. 2000). Wenn man z.B. eine Geschichte nacherzählt, dann erinnert man sich an den allgemeinen Ablauf. Man generiert deshalb seine eigene Version, die auf dem Verständnis der gehörten Geschichte basiert (Lefrançois 2006).

4) Bewertung der Erinnerung

Wie in den vorherigen Punkten ersichtlich, wird Material, das für den Menschen als bedeutend betrachtet wird, leichter in Erinnerung behalten, als weniger bedeutsames Material. An Momente, die besonders prägend, bemerkenswert, wichtig oder emotional gewesen sind, kann man sich meist klarer und länger erinnern, als an banale Ereignisse (Lefrançois 2006).

Das Langzeitgedächtnis ist nicht einheitlich und wird deshalb in das implizite und explizite Gedächtnis unterteilt (Davis 2001).

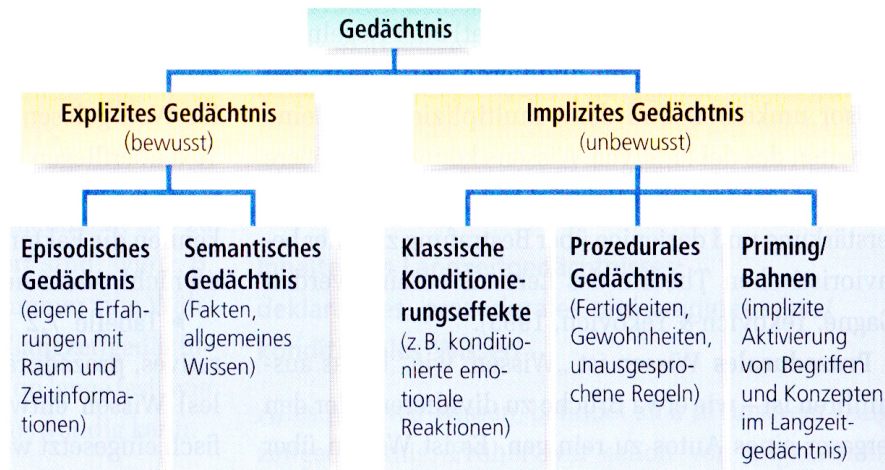


Abb. 2.8.: Langzeitgedächtnis: explizit und implizit (Hoy und Schönplflug 2011: 320)

2.5.4.1. Explizites Gedächtnis

Wie in Abbildung 2.8 ersichtlich, besteht das explizite Gedächtnis aus dem episodischen und dem semantischen Gedächtnis. Das semantische Gedächtnis ist grundlegend für die Schule, da es das Gedächtnis für Bedeutungen (insbesondere auch Wortbedeutungen), Fakten, Theorien und Konzepte ist. Man könnte das semantische Gedächtnis auch kurz als Gedächtnis für das deklarative Wissen bezeichnen. Die Erinnerungen werden nicht an bestimmte Erfahrungen geknüpft, sondern anhand von Propositionen, Vorstellungsbildern und Schemata gespeichert.

Im episodischen Gedächtnis hingegen werden Informationen gespeichert, die mit einer bestimmten Zeit und einem bestimmten Ort verknüpft sind. Es beinhaltet Geschehnisse, die wir erlebt haben. Darum kann man sich meist auch erinnern, wann und wo ein bestimmtes Ereignis stattgefunden hat (Hoy und Schönplflug 2011).

2.5.4.2. Implizites Gedächtnis

Auch das implizite Gedächtnis kann wiederum in drei Kategorien unterteilt werden, wie man Abbildung 2.8 entnehmen kann. Auf Grund der klassischen Konditionierung können unbewusste Erinnerungen bei Testsituationen für eine ängstliche Stimmung sorgen oder aber für Herzrasen bei einem Zahnarzttermin verantwortlich sein. Das prozedurale Gedächtnis ist der Speicher für das prozedurale Wissen, das Fertigkeiten, Gewohnheiten und Handlungsvollzügen beinhaltet. Beim Priming bzw. der Bahnung handelt es sich um eine unbewusste Aktivierung von Inhalten des Langzeitgedächtnisses (Hoy und Schönplflug 2011).

2.5.4.3. Speichern und Abrufen von Informationen im Langzeitgedächtnis

Um Informationen dauerhaft zu speichern, bedarf es der Elaboration, der Organisation und des Kontextes.

- **Elaboration:** Den neuen Informationen wird durch Verknüpfung mit bereits existierendem Wissen Bedeutung hinzugefügt. Man greift dabei auf bereits existierendes Wissen zurück. Das bedeutet, die Elaboration ist eine Form der Wiederholung. *Das beim Lernen schon elaborierte Material ist später leichter zu erlernen* (Hoy und Schönflug 2011: 325).
- **Organisation:** Auch durch diese Komponente wird Lernen verbessert. Wenn Material gut organisiert und strukturiert ist, ist es leichter zu lernen, als es Einzelinformationen oder Informationsstücke sind.
- **Kontext:** Stimmungen, Räume und Plätze sowie Anwesende, also Aspekte des emotionalen Kontextes und der physikalischen Umwelt, werden zusammen mit anderen Informationen gelernt. Möchte man sich später wieder an diese Informationen erinnern, wird das erleichtert, wenn der Kontext beim Abrufen derselbe ist, wie beim Lernen (Hoy und Schönflug 2011).

2.5.5. Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis im Vergleich

Der wesentliche Unterschied zwischen Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis ist nicht, dass das Kurzzeitgedächtnis der Aufmerksamkeitspanne entspricht und somit nur einige Sekunden anhält und das Langzeitgedächtnis über lange Zeiträume, sondern, dass das eine unmittelbar bewusst ist und das andere nicht. Wie auch in Abbildung 2.9 ersichtlich, ist das Kurzzeitgedächtnis ein aktiv laufender Prozess und kann leicht durch äußere Einflüsse gestört werden. Das Langzeitgedächtnis hingegen ist eher passiv einzuordnen und somit auch weniger störanfällig. Außerdem ist die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses wesentlich begrenzter als die des Langzeitgedächtnisses (Lefrançois 2006).

2.5.6. Theorien des Vergessens

Unter Vergessen versteht man üblicherweise die Unfähigkeit etwas ins unmittelbare Bewusstsein zu rufen (Lefrançois 2006). Dieses Kapitel erläutert die einzelnen Theorien des Vergessens.

	Sensorisch	Kurzzeit	Langzeit
Alternative Bezeichnungen	Echoisches oder ikonisches Gedächtnis	Primäres oder Arbeitsgedächtnis	Sekundäres Gedächtnis
Dauer	Unter 1 Sekunde	Temporär, unter 20 Sekunden	Dauerhaft, unbegrenzt
Stabilität	Vorübergehend	Leicht störbar	Nicht leicht störbar
Kapazität	Begrenzt	Begrenzt (7 +/- 2 Items)	Unbegrenzt
Allgemeine Merkmale	Augenblicklicher, unbewusster Eindruck, eine vorübergehende Empfindung oder Assoziation	Worauf wir unsere Aufmerksamkeit ausrichten; unmittelbares Bewusstsein; aktiv; durch Wiederholung aufrechtzuerhalten	All unser Wissen; passiv; Resultat von Enkodierung, Speicherung und Abruf von Information

Abb. 2.9.: Drei Gedächtnisebenen (Lefrançois 2000: 175)

■ Verletzungen des Gehirns

Da Hirnverletzungen die normalen Gehirnfunktionen stören, beeinträchtigen sie das Gedächtnis. Eine mögliche Folge einer Gehirnverletzung ist die Amnesie. Darunter versteht man den totalen oder einen partiellen Ausfall des Gehirns.

■ Theorie des Spurenerfalls

Eine weitere Möglichkeit, wie Informationen verloren gehen ist, dass Dinge in Vergessenheit geraten, weil Zeit vergeht. Individuen können sich oft an aktuelle Geschehnisse besser erinnern, als an Ereignisse, die länger zurückliegen.

■ Verzerrungstheorie

In der Verzerrungstheorie wird die These aufgestellt, dass sich die Menschen bei der Suche in ihrem Gedächtnis an Kernaussagen der Geschichte erinnern, aber nicht an Details. Die Details werden von ihnen erst später generiert und somit wird das Original oft verzerrt.

■ Verdrängungstheorie

Diese Theorie basiert auf der Annahme, dass Menschen manchmal traumatische oder sogar angstausslösende Ereignisse verdrängen. Ein Beispiel hierfür wäre, dass ein Erwachsener Schwierigkeiten dabei hat, sich an eine sexuelle Misshandlung zu erinnern, die sich im Kindesalter ereignet hat. Die meisten äußerst negativen und hoch traumatischen Ereignisse werden jedoch nicht vergessen.

■ Interferenz-Theorie

Diese Theorie nimmt an, dass neues Lernen mit dem Abruf von bereits Gelerntem (retroaktive Interferenz) oder dass bereits Gelerntes mit dem Abruf von neu Gelerntem (proaktive Interferenz) interferieren kann (Lefrançois 2006: 277). Hier sei folgendes Beispiel zu nennen: Wurde bereits eine Wortliste gelernt, so führte das Erlernen einer zweiten Wortliste zu a) verstärkten Schwierigkeiten

beim Erinnern der ersten Liste (= retroaktive Interferenz) und b) zu größeren Problemen beim Erlernen der zweiten Wortliste (= proaktive Interferenz).

■ **Versagen beim Abruf von Hinweisreizen**

Es kann passieren, dass Individuen nicht wirklich vergessen, sondern sich nur nicht erinnern können. Dass man sich an gewisse Dinge nicht erinnern kann, ist jedoch kein Beweis dafür, dass diese Informationen aus dem Gedächtnis verschwunden sind - es kann auch darauf schließen lassen, dass es einfach nicht zugänglich ist (Hoy und Schönplflug 2011).

Da auch die unterschiedlichen individuellen Eigenschaften der Schüler und Schülerinnen eine große Rolle beim Lernen spielen, werden sie im nächsten Kapitel näher erläutert.

3. Die Lernenden als Individuen

Was für Menschen im Allgemeinen gilt, das trifft natürlich auch auf Schüler und Schülerinnen einer Klasse zu: Keiner bzw. keine ist wie der bzw. die andere (Asendorpf 1988). Deshalb werden in diesem Kapitel die individuellen Unterschiede der Lernenden erläutert.

3.1. Begriffsdefinition „Individualität“

Dieses Kapitel versucht den Begriff „Individualität“ zu definieren. Heinz Abels führt folgende Definition des Begriffs ein:

Individualität meint einerseits das Bewusstsein des Menschen von seiner Besonderheit und das Bedürfnis, diese Einzigartigkeit auch zum Ausdruck zu bringen, und andererseits die von ihm selbst und den Anderen objektiv festgestellte Besonderheit und Einzigartigkeit (Abels 2010: 43).

Auch im Duden, dem Rechtschreibwörterbuch der deutschen Sprache, findet man eine ähnliche Definition. Das Wörterbuch versteht unter „Individualität“ die Summe der Eigenschaften und Merkmale, welche die Besonderheit eines Menschen ausmachen¹⁰.

In den folgenden Absätzen sollen diese individuellen Eigenschaften und Merkmale der Schüler und Schülerinnen in Hinblick auf das Lernen ausgearbeitet und erläutert werden.

3.2. Individuelle Unterschiede der Lernenden

Große individuelle Unterschiede der Lernenden entstehen durch differierende Erbanlagen, unterschiedliche Sozialisationsbedingungen, kritische Lebensereignisse, frühkindliche Lernerfahrungen, das bisherige Schicksal und den vielfältigen Wech-

¹⁰<http://www.duden.de/node/702799/revisions/1319603/view>, Abruf am: 28. April 2016

selbeziehungen zwischen diesen individuellen Entwicklungsbedingungen. Diese Unterschiede spiegeln sich in den kognitiven Fähigkeiten und Lernstilen, in persönlichen Eigenarten, Haltungen und Einstellungen, in Motiven und Interessen, in sozialen Verhaltensweisen und individuellen Störbarkeiten, aber auch in den psychologischen Entwicklungs- und pädagogischen Beeinflussungsmöglichkeiten wider. In der schulischen Organisation sind alle persönlichen Merkmale und Merkmalsunterschiede der Schüler und Schülerinnen relevant (Weinert und Helmke 1997).

Das Angebot-Nutzungsmodell von Andreas Helmke (s. Abb. 3.1) erklärt das Geflecht der Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen.

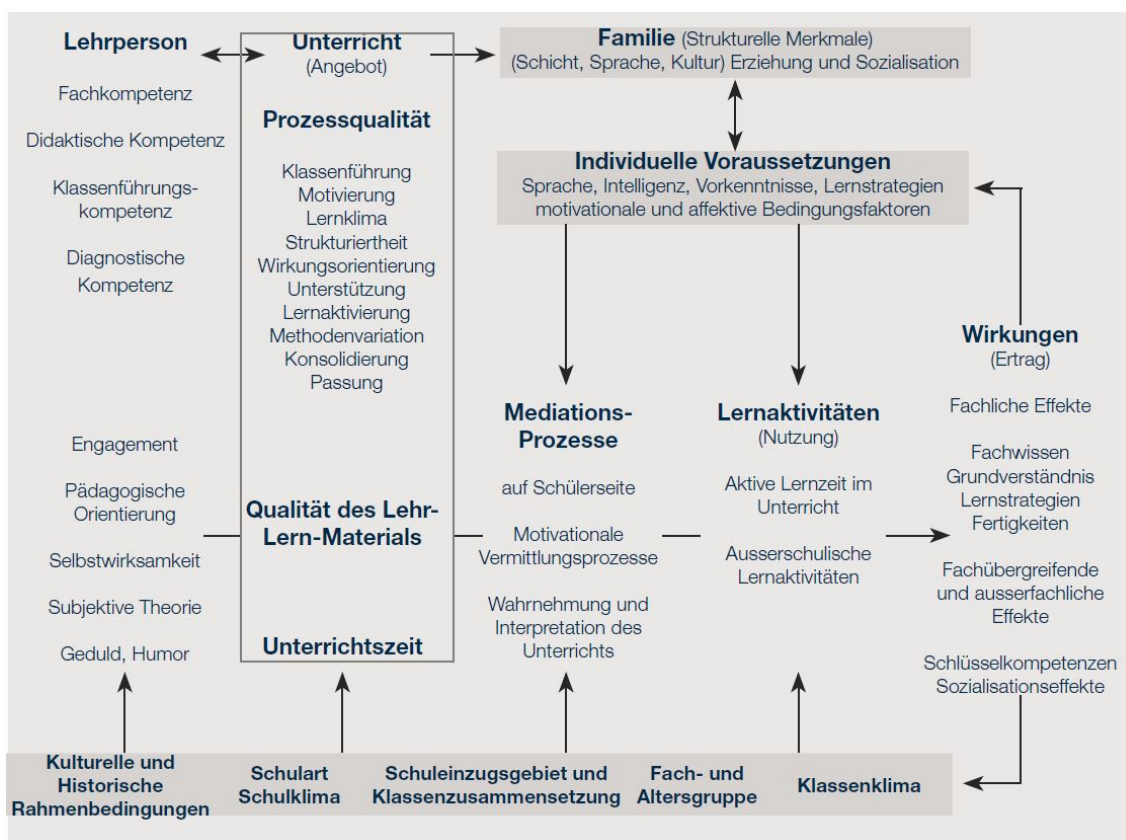


Abb. 3.1.: Angebot-Nutzungsmodell (Helmke 2006: 43)

Da es in dieser Arbeit den Rahmen sprengen würde, auf alle Bedingungen für schulische Leistungen der Abbildung 3.1 einzugehen, werden einzelne verschiedene Einflussfaktoren der Lernenden herausgenommen und in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

3.2.1. Lebensalter

Während der Kindheit sind Lebensalter, kognitive Entwicklung und Zunahme der allgemeinen Bildung so stark miteinander verbunden, dass es schwer fällt, sie wissenschaftlich separiert zu untersuchen. Man darf jedoch nicht außer Acht lassen, dass das chronologische Alter eine psychologisch inhaltsleere Variable ist, die nur durch ihren Hinweischarakter auf Reifungsvorgänge, Lernprozesse und Bildungseinflüsse praktische Bedeutung gewinnt (Weinert und Helmke 1997).

In Abbildung 3.2 ist das Schulleistungsniveau während der Grundschulzeit abgebildet. Mit LA wird das Lebensalter bezeichnet und IA ist die Bezeichnung des Intelligenzalters. Es ist ersichtlich, dass in den einzelnen Klassenstufen der Unterstufe, trotz geringer Altersunterschiede der Schüler und Schülerinnen, sehr große Unterschiede im Intelligenzalter und in bestimmten Schulleistungen vorherrschen. Diese Abweichungen pro Klasse streuen über einen Bereich, der mehr als vier Alters- bzw. Klassenstufen umfasst (Weinert und Helmke 1997).

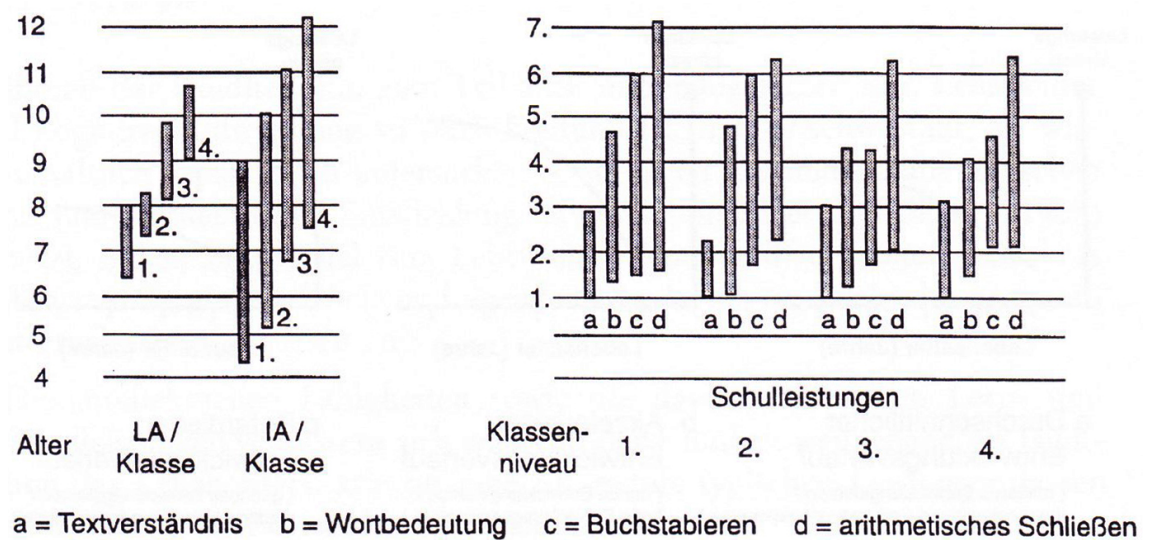


Abb. 3.2.: Schulleistungsniveau während der Grundschulzeit (Weinert und Helmke 1997: 102)

Diese großen individuellen Unterschiede in der kognitiven Entwicklung machen deutlich, dass das Lebensalter selbst keine Determinante für schulische Leistung ist. Es ist lediglich ein Indikator für verschiedenen Schulleistungskriterien. Deshalb müssen bei bildungspolitischen und schulpraktischen Entscheidungen auch die tatsächlichen psychologischen Einflussfaktoren berücksichtigt werden (Weinert und Helmke 1997).

3.2.2. Geschlecht

Es gibt neben biologischen auch einige psychologische Geschlechtsunterschiede, welche universell und erbdeterminiert sind. Auf Grund von empirischen Befunden besteht jedoch kein Zweifel, dass alle bedeutsamen schulischen Lernziele von Jungen und Mädchen gleichermaßen erreicht werden können (Weinert und Helmke 1997).

Der psychologische Kenntnisstand der geschlechtsspezifischen Begabungsunterschiede und Leistungen wird nachfolgend näher erläutert:

- In der Grundschule sind im Allgemeinen keine geschlechtstypischen Leistungsunterschiede zu finden (Helmke 1997). Es zeigen sich jedoch Differenzen zugunsten der Jungen überwiegend im sekundären und tertiären Bildungsbereich (Hyde et al. 1990).
- Mit höherem Fähigkeitsniveau nehmen die Leistungsdifferenzen zugunsten der Jungen etwas zu (Hyde et al. 1990).
- Man geht davon aus, dass die geschlechtsbedingten Unterschiede im Bereich verbaler Fähigkeiten zwischen Mädchen und Jungen annähernd gleich sind (Hyde und Linn 1988).
- Sowohl in Mathematik als auch in naturwissenschaftlichen Fächern sind die geschlechtstypischen Fähigkeits- und Leistungsunterschiede zugunsten der Jungen relativ gering (Frost et al. 1994) und teilweise kulturspezifisch (Feingold 1992).
- Von speziellen mathematischen und naturwissenschaftlichen Lern- oder Trainingsprogrammen profitieren sowohl Jungen als auch Mädchen im selben Ausmaß (Sadker et al. 1991).
- Die Annahme, dass räumliche Fähigkeitsdifferenzen die Leistungsunterschiede in Mathematik verursachen, konnte empirisch nicht bestätigt werden (Friedman 1995).
- Generell erzielen Mädchen bei schulischen Leistungen im Durchschnitt bessere Ergebnisse als Jungen, besonders in den Grundschulklassen. In der Sekundarstufe werden die Unterschiede jedoch geringer und sind kaum noch wahrzunehmen. Betrachtet man die gesamte Schulzeit, so scheinen die Leistungen der Mädchen beständiger, also weniger fluktuierend zu sein, als die der Jungen (Gage et al. 1996)

Die Untersuchungen über geschlechtsbezogene Unterschiede haben jedoch keinen zwingenden Hinweis darauf gegeben, dass Lehrer und Lehrerinnen Jungen und Mädchen unterschiedlich behandeln sollten (Gage et al. 1996).

3.2.3. Familiärer Hintergrund

Dass Eltern und die familiäre Umwelt für die kognitive Entwicklung und die Schulleistungen ihrer Kinder von großer Bedeutung sind, scheint außer Frage zu stehen. Deshalb behandelt dieses Kapitel die Bedeutsamkeit der Familie für die Kognitions- und Schulleistungsentwicklung der Kinder (Weinert 1997b).

3.2.3.1. Genetische Bedingungsfaktoren

Eltern beeinflussen die Schulleistungen ihrer Kinder, indem sie ihnen Gene übertragen, welche für die Entwicklung kognitiver Fähigkeiten verantwortlich sind. Diese sind ihrerseits als Bedingungsfaktoren für schulische Leistungen zu betrachten (Weinert 1997b).

Man untersucht nicht nur die Erziehungsumwelt der Kinder, sondern auch die Intelligenz der Eltern. Als eine Schätzung des elterlichen Umwelteinflusses wird die Korrelation, welche um den Einfluss der Intelligenz bereinigt wurde, zwischen Elternverhalten und späterer kognitiver Leistung des Kindes angesehen. Die Korrelation, welche um den Einfluss der Umweltvariablen bereinigt wurde, der elterlichen Intelligenz mit der späteren Intelligenzleistung des Kindes wird als eine quantitative Schätzung angesehen. Man konnte herausfinden, dass der IQ der Mutter eine gute Schätzung des kindlichen IQ-Niveaus im Alter von zwei Jahren erlaubt, wohingegen die Variablen der familiären Umwelt die Intelligenzunterschiede der Kinder im Alter von drei bis vier Jahren besser erklären (Wilson 1983; Yeates et al. 1983). Dieser Ansatz erlaubt also eine quantitative Abschätzung des Einflusses der elterlichen Intelligenz auf die kognitiven Leistungen des Kindes, gestattet jedoch keine Schätzung des genetischen Anteils an interindividuellen kognitiven Unterschieden zwischen Kindern (Weinert 1997b). Heute ist man sich allerdings einig, dass interindividuelle Unterschiede in der Entwicklung grundlegender psychologischer Merkmale weder ausschließlich durch Umwelteinflüsse noch allein durch genetische Faktoren erklärt werden können.

3.2.3.2. Statusvariablen

Strukturelle, soziodemographische oder Statusmerkmale stehen im Mittelpunkt der familiensoziologisch geprägten Sozialisationsforschung (Weinert 1997b: 119). Häufig werden in Studien neben der sozialen Schichtzugehörigkeit auch die Familienkonstellation, die Vollständigkeit der Familie und die Berufstätigkeit der Mutter untersucht.

- Familienstruktur: Die Parameter Familiengröße, Geschwisterposition und zeitlicher Abstand zwischen den Geschwistern wurden untersucht (Scott-Jones 1984). Das Konfluenzmodell ist eine Theorie, die das Zusammenwirken dieser Variablen zu erklären versucht. Es geht davon aus, dass die kognitive Entwicklung auf den wechselseitigen Beeinflussungen innerhalb der Familie basiert. Der Ausgangspunkt der Theorie ist folgender: Man nimmt an, dass Erwachsene und ältere Geschwister ein höheres intellektuelles Entwicklungsniveau aufweisen und somit die kognitive Entwicklung ihrer jüngeren Geschwister beeinträchtigen. Annähernd Gleichaltrige sollen sich in ihrer kognitiven Entwicklung wechselseitig beeinflussen. Einzelkinder und Letztgeborene sollen jedoch im Nachteil sein, da sie von keinen leistungsfördernden tutorialen Aktivitäten profitieren (Zajonc 1976, 1983; Zajonc und Markus 1975).
- Ein-Eltern-Familien: Kinder, welche in einem Ein-Eltern-Haus aufwachsen, weisen schlechtere Intelligenzwerte und Schulleistungen auf, als Kinder in einer vollständigen Familie (Hetherington et al. 1981). Wie die Variablen Sozialschichtzugehörigkeit, durchschnittliches Einkommen, Einstellungen signifikanter Anderer zur Ein-Eltern-Familie und soziale unterstützende Netzwerke, miteinander interagieren, konnte bis dato jedoch nicht herausgefunden werden (Weinert 1997b).
- Soziale Schichtzugehörigkeit: Es gibt intensive Forschungen, die sich mit dem Zusammenhang zwischen Sozialstatus und Schulleistung bzw. Intelligenz auseinandersetzen. Je höher die soziale Schicht, umso günstiger die schulischen Leistungen (Rodax und Spitz 1978; Steinkamp 1991).

3.2.3.3. Prozessmerkmale

Man kann vier Funktionen des Elternverhaltens für die Schulleistungen ihrer Kinder unterscheiden: Stimulation, Instruktion, Motivation und Imitation.

- Stimulation: Eine wesentliche Rolle spielt ab der Vorschul- und Elementarschulzeit der kognitive Anreigungsgehalt der familiären Lernumwelt für die

Entwicklung der Intelligenz. Er zeigt sich z.B. in gemeinsamen familiären Aktivitäten, Vorlesen oder Frage-Antwort-Spielen.

- **Instruktion:** Sie umfassen alle schulleistungsbezogenen Maßnahmen und direkten Interventionen der Eltern, die sich direkt oder indirekt auf die kognitive Förderung ihrer Kinder auswirken (z.B. Unterweisung, Korrektur, Unterricht und Training).
- **Motivation:** Eltern beeinflussen die Schulleistung, indem sie auf motivationale, affektive und emotionale Merkmale ihrer Kinder Einfluss haben.
- **Imitation:** Eltern repräsentieren mächtige Modelle für ihre Kinder. Sie beeinflussen ihre Kinder über Mechanismen, wie z.B. dem Beobachtungslernen. Die Kinder imitieren hierbei z.B. die Lernstrategien und Arbeitshaltungen der Eltern (Weinert 1997b).

3.2.4. Intelligenz

Auch diese Dimension individueller Voraussetzungen seitens der Lernenden besitzt eine hohe Prognosekraft für Schulleistungen. Als empirisch evident gilt, dass sich Schüler und Schülerinnen in ihren kognitiven Grundfähigkeiten (= ihre Begabungen) unterscheiden. Damit wird ein Bedingungsrahmen für die Leistungsfähigkeit abgesteckt. Intelligenz und Schulleistungen stehen in engem Zusammenhang (Trautmann und Wischer 2011). Seit langem ist bekannt, dass intelligentere im Vergleich zu weniger intelligenten Menschen leichter, schneller und besser lernen (Weinert und Helmke 1997).

Außerdem bestehen auch Zusammenhänge zum Vorwissen.

Intelligentere haben im Vergleich zu weniger intelligenten Menschen in kumulativen Lernsequenzen unter vergleichbaren Zeit- und Instruktionsbedingungen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit in der Vergangenheit mehr und intelligenter organisiertes (tiefer verstandenes, vernetztes, multipel repräsentiertes und flexibel nutzbares) Wissen erworben (Weinert und Helmke 1997: 106).

Intelligenz und Wissen darf jedoch nicht nur als Determinante für Schulleistung betrachtet werden, da sie selbst durch das schulische Lernen in ihrer Entwicklung mitdeterminiert wird (Weinert und Helmke 1997). Wichtig ist auch zu erwähnen, dass mit dem Intelligenzkriterium Unterschiede im geistigen Potential darstellbar

sind, welche über *Zeit und Situation hinweg konsistent sind* (Stern 2004). Die Beziehung zwischen Leistungsfähigkeit und -ergebnissen wird indes auch durch zahlreiche andere Einflüsse geprägt.

3.2.5. Vorkenntnisse

Im Gegensatz zu den intellektuellen Fähigkeiten wurde das individuell verfügbare inhaltspezifische Wissen als wichtige Voraussetzung für das Lernen neuer Inhalte lange Zeit unterschätzt. Hierbei geht es vor allem um die Qualität, und nicht um die Quantität, des relevanten Vorwissens. Gute Leistungen bei anspruchsvollen inhaltlichen Aufgaben hängen hauptsächlich von der Verfügbarkeit bereichsspezifischer Expertise und kaum von den allgemeinen kognitiven Fähigkeiten ab (Weinert und Helmke 1997).

3.2.6. Motivationale Einstellungen und volitionale Haltungen

Hierunter fallen Aspekte der Schülerpersönlichkeit, die einen Einfluss auf das individuelle Lernverhalten haben und denen somit auch ein indirekter Einfluss auf Lernleistungen zugeschrieben wird (Trautmann und Wischer 2011). Es wird zwischen den motivationalen Bedingungsfaktoren der Schulleistung unterschieden: Fähigkeitsselbstbild, Prüfungsangst, Interesse und Einstellung zum Lernen (Weinert 1997b). Diese verschiedenen Faktoren wirken sich langfristig auf die Kompetenzentwicklung zum selbstgesteuerten Lernen aus (Weinert und Helmke 1997). Das ergibt durchaus Sinn, wenn man das Lernen als einen aktiven Prozess betrachtet, der vom Lernenden selbst gesteuert wird (Trautmann und Wischer 2011).

3.2.7. Lerntypen

Wenn Kinder in der Schule unterschiedlich schnell lernen, hat das oft nichts mit der Intelligenz, sondern mit den unterschiedlichen Lerntypen, zu tun. Man unterscheidet in Anlehnung an die Sinnesorgane zwischen auditiven, visuellen, kommunikativen und motorisch veranlagten Menschen (s. Abb. 3.3). Je nach der Aufnahmeart des Lernens, werden also verschiedene Sinne angesprochen, damit man Inhalte besser erfassen, verstehen und merken kann. Diese Aufteilung in verschiedene Lerntypen ist jedoch sehr umstritten, da Menschen die Welt immer mit allen Sinnen erfassen. Hierbei ist die Aufnahme über die Sinne bei den Lernenden unterschiedlich

ausgeprägt und gewichtet. Lernende können also nicht einem speziellen Lerntyp zugeordnet werden, da sie meist ein Mischtyp von verschiedenen Lerntypen sind¹¹.

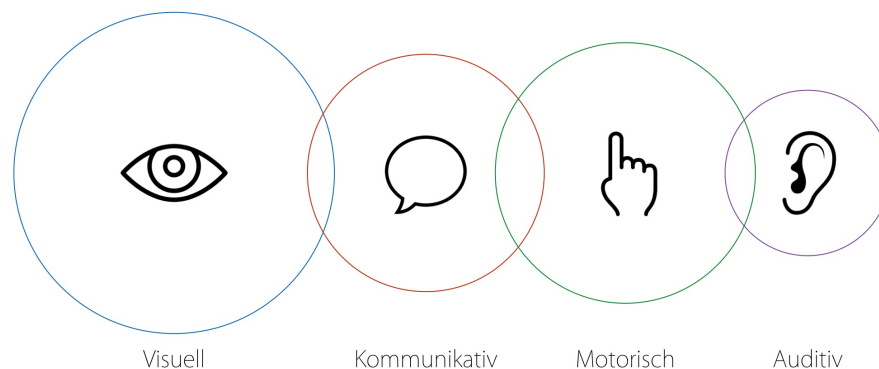


Abb. 3.3.: Übersicht der Lerntypen¹²

■ Der auditive Lerntyp:

Diese Lerntypen können gehörte Informationen leicht aufnehmen, diese behalten und auch wiedergeben. Sie folgen mündlichen Erklärungen und können diese verarbeiten. Sie lernen am besten, wenn sie den Lernstoff hören, z.B. mit Hilfe von Lern-CDs oder indem sie sich den Text laut vorlesen. Auditive Typen führen oft Selbstgespräche, da sie sich den Lernstoff laut vorsagen. Sie empfinden Musik und Hintergrundgeräusche beim Lernen meist als störend.

Lernhilfen: Lern-CDs, Gespräche, Vorträge, ruhige Umgebung

■ Der visuelle Lerntyp:

Informationen werden von diesen Lerntypen am besten aufgenommen, indem sie gelesen werden und indem die Lernenden Handlungsabläufe beobachten. Es fällt ihnen leichter, sich Inhalte zu merken, wenn diese in Form von Grafiken oder Bildern visualisiert werden. Sie arbeiten gern mit schriftlichen Informationen und erinnern sich besonders an Dinge, welche sie selbst gelesen und gesehen haben. Um das Lernen zu unterstützen, ist es sinnvoll, farbige Stifte oder Marker zu benutzen. Leicht abzulenken sind diese Lerntypen durch visuelle Unordnung.

Lernhilfen: Bücher, Skizzen, Bilder, Lernposter, Videos, Lernkarteien

■ Der kommunikative Lerntyp:

Diese Lerntypen lernen am einfachsten durch Diskussionen und Gespräche. Die sprachliche Auseinandersetzung mit dem Lernstoff und das Verstehen im

¹¹<https://www.philognosie.net/denken-lernen/vier-lerntypen-und-wie-sie-am-effektivsten-lernen>, Abruf am: 28. April 2016

¹²<https://physik8.wordpress.com/lerntypen/>, Abruf am: 28. April 2016

Dialog ist von großer Bedeutung. Sie brauchen den Austausch und die Unterhaltung zum Lernen. Hilfreich ist hierbei sowohl die Rolle des Fragenden als auch die Rolle des Erklärenden einzunehmen.

Lernhilfen: Dialoge, Diskussionen, Lerngruppen, Frage-Antwort-Spiele

■ **Der motorische Lerntyp:**

Am besten lernen diese Lerntypen, indem sie Handlungsabläufe selbst durchführen und somit nachvollziehen können. Es ist wichtig für sie, am Lernprozess unmittelbar beteiligt zu sein („Learning by doing“). Sich beim Lernen zu bewegen und passende Gegenstände zum Lernstoff zu suchen, die sie angreifen können, sind wesentliche Hilfestellungen.

Lernhilfen: (rhythmische) Bewegungen, Nachmachen, Gruppenaktivitäten, Rollenspiele

Zum effektivsten Lernen sollten Schüler und Schülerinnen allerdings darauf achten, möglichst alle Sinne zu beteiligen, denn umso unterschiedlicher sie sich Lernstoffe einprägen, desto vielfältiger sind die Möglichkeiten des Erinnerens und Behaltens¹³.

¹³<https://www.philognosie.net/denken-lernen/vier-lerntypen-und-wie-sie-am-effektivsten-lernen>, Abruf am: 28. April 2016

4. Lernen in der Schule

Beim schulischen Lernen betrachtet man grundsätzlich die Frage, wie Informationen aufgenommen, mit vorhandenem Wissen vernetzt und anschließend strukturiert und integriert werden, bis sie in der persönlichen Wissensstruktur fest verankert sind. Man unterscheidet deshalb zwischen Prozessen, die für die Aneignung des neuen Wissens und Prozessen, welche für die Verankerung verantwortlich sind (Wellenreuther 2005).

Wenn man sich mit schulischem Lernen auseinandersetzt, so muss man zwischen den beiden Fragen

- *was gelernt werden soll (didaktische Frage), und*
- *wie gelernt werden soll (methodische Frage) (Wellenreuther 2005: 76)*

unterscheiden.

Um die Frage, wie gelernt werden soll, beantworten zu können, muss zuvor die Frage, was gelernt werden soll, geklärt sein. Eigentlich wird der Rahmen für die Beantwortung dieser didaktischen Fragen in Lehrplänen festgelegt, jedoch sind in diesen viele Spielräume für die Lehrpersonen enthalten. Unumstritten scheint, dass Schüler und Schülerinnen, welche eine mindestens neunjährige Schulzeit durchlaufen, die Kompetenzen „Allgemeinbildung“ und „Soziale Kompetenz“ erwerben sollen.

Das wichtigste *kognitive Ziel der Schule ist die Vermittlung komplexer Fertigkeiten und Fähigkeiten* (Wellenreuther 2005: 7).

Wie bereits im Kapitel 3 „Die Lernenden als Individuen“ ausführlich diskutiert, betrifft Unterricht Schüler und Schülerinnen, die sich sehr individuell voneinander unterscheiden.

Heterogenität wird als Reichtum und nicht als Belastung angesehen. In der Unterschiedlichkeit liegt Anregung und Herausforderung (Bönsch 1995: 18)

Die folgenden Kapitel sollen einen Überblick geben, wie Differenzierung im Schulalltag umgesetzt werden kann.

4.1. Definition Differenzierung

Obwohl der Begriff Differenzierung als terminus technicus in der didaktischen Diskussion laufend verwendet wird, gibt es für ihn keine einheitliche Definition (Winkeler 1978: 7). Die verschiedenen Definitionsversuche unterscheiden sich bezüglich der Aufgaben wie auch der Formen und Methoden der Differenzierung.

Prinzipiell lässt sich der Begriff der Differenzierung aus dem allgemeinen Sprachgebrauch herleiten. Die Forderung von Differenzierung taucht dann auf, wenn zu pauschal geurteilt wird. Das bedeutet, dass die Feinheiten eines Problems, also dessen Unterschiede, die es von einem anderen trennen, nicht beachtet werden. Die Forderung von Differenzierung im Unterricht tritt ebenfalls erst auf, wenn der Verdacht besteht, dass eine geplante Lernsituation zu pauschal arrangiert ist. Das bedeutet in diesem Fall, dass die Unterschiede zwischen den Lernenden nicht genügend beachtet werden (Winkeler 1978).

Die nachfolgenden Auszüge sollen Definitionsversuche der Differenzierung wiedergeben.

Im Handbuch der Unterrichtspraxis wird Differenzierung wie folgt definiert:

Der Begriff ‘Unterrichtsdifferenzierung’ beinhaltet die quantitative oder qualitative Ausrichtung des Unterrichts auf Gruppen von Schülern gemäß ihrer unterschiedlichen Eigenart. Differenzierter Unterricht ist der Gegenpol zum Frontalunterricht, bei dem alle relativ gleichaltrigen Schüler das Gleiche zu gleicher Zeit lernen sollen; er bedeutet aber auch den Gegenpol gegenüber einem Unterricht mit Lehrzielen und Methoden, die für alle Schüler in gleicher Weise verpflichtend sind. Er nimmt somit die vorhandenen Unterschiede der Schüler nicht nur als Faktum, sondern als eine didaktische Aufforderung zur Berücksichtigung und Entsprechung. Je mehr dabei sich der Unterricht nach den Bedürfnissen und Fähigkeiten des einzelnen Schülers richtet, desto mehr nähert sich die Differenzierung der Individualisierung des Unterrichts (Altmann et al. 1973: 61).

Das Lexikon der Pädagogik versteht unter Differenzierung folgendes:

Mit D. sind organisatorische und päd. Maßnahmen gekennzeichnet, durch die sowohl Lernziele und Anforderungen dem Entwicklungsstand und der Leistungsfähigkeit der Schüler individuell oder gruppenweise angepaßt als auch im Lernangebot die Neigungen und besondere Lernbedürfnisse berücksichtigt werden (Rombach 1970: 305).

Für Diether Hopf bedeuten Differenzierung

[...]die Einteilung der Schüler in Gruppen von beliebiger Größe nach einem oder mehreren Merkmalen (Differenzierungskriterien), die in der Annahme vorgenommen wird, dadurch bestimmte Lern- und Erziehungsziele besser erreichen zu können (Hopf 1974: 16).

Das pädagogische Lexikon trifft folgende Definition:

Unter D.d.U. versteht man alle Organisationsmaßnahmen, durch die die Einheitsform des vor allem auf Comenius zurückgehenden Klassenunterrichts zugunsten von flexibleren und in sich dynamischeren Formen des Unterrichts aufgelöst wird. Sie wenden sich also gleichzeitig gegen die Vorherrschaft des Frontalunterrichts und gegen das schulorganisatorische Prinzip der Jahrgangsklasse. Im Prinzip ist der Differenzierungsprozess ein Strukturierungsprozess, durch den an die Stelle der Einförmigkeit des Unterrichtsgeschehens eine Vielgestaltigkeit tritt (Horney und Scheuerl 1970: 595).

Eine sehr allgemeine Definition von Differenzierung stellt Rolf Winkeler vor:

Differenzierung bezeichnet das breite Spektrum schul- und unterrichtsorganisatorischer Maßnahmen, mit deren Hilfe die Schule den vielfältigen und sehr unterschiedlichen Fähigkeiten und Interessen der Lernenden einerseits und den mannigfaltigen Anforderungen der Gesellschaft andererseits gerecht zu werden versucht. Differenzierung hat demnach zwei Ziele: Sie dient der Entfaltung der Individualität (Individualisierung) und dem Bestand bzw. der Fortentwicklung der Gesellschaft (Winkeler 1978: 8).

Eckhardt Preuß definiert Differenzierung wie folgt:

Differenzierung ist ein Organisationsprinzip für die Gruppeninstruktion, das beim Arrangement der Lernsituation die unterschiedlichen Lernvoraussetzungen der Schüler so weit wie möglich einbezieht, um ein zielerreichendes Lernen bei jedem Schüler zu gewährleisten (Preuß 1976: 12).

Differenzierung wird in dieser Arbeit nach den unterschiedlichen Methoden, Medien, Zielen und Inhalten des Unterrichts betrachtet. Sie wird nicht nur unter dem Aspekt der Entfaltung der Persönlichkeit, der kognitiven Leistungsfähigkeit oder der Chancengleichheit gesehen, sondern sie hat ebenso die Aufgabe, die soziale und kommunikative Kompetenz der Individuen zu entwickeln (Winkeler 1978).

4.2. Differenzierungskriterien in der Schule

Differenziert man in der Schule, so findet dies nach unterschiedlichen Strukturprinzipien statt. Strukturieren bedeutet in diesem Zusammenhang, dass man Ordnung in die natürlich bestehende Heterogenität der Lernenden bringen möchte. Ordnung zu schaffen bezeichnet in diesem Sinne, dass man die vielen Individualitäten der Schüler und Schülerinnen in ein System überführen möchte, das übergeordnete Gesichtspunkte und Gemeinsamkeiten enthält (Paradies und Linser 2009).

4.2.1. Äußere Differenzierung

Die äußere Differenzierung kann auch als das einfachere Strukturprinzip angesehen werden. Mit Hilfe der (relativ) willkürlichen Kriterien wie Alter, Geschlecht und Interessen werden Lerngruppen gebildet, welche voneinander isoliert werden. Diese werden ab diesem Zeitpunkt als homogen hinsichtlich dieses Kriteriums betrachtet (Paradies und Linser 2009).

4.2.1.1. Differenzierung nach Leistungen

Im gegenwärtigen Schulsystem erfolgt die Einteilung der Schüler und Schülerinnen in Klassen fast ausschließlich nach dem Alter (Jahrgangsprinzip). Wenn die Schülerzahl des Jahrgangs zur Einrichtung mehrerer Klassen ausreicht, so werden diese nach organisatorischen Gesichtspunkten oder nach dem Zufallsprinzip in Parallelklassen eingeteilt. Somit entstehen Klassen, in denen Schüler und Schülerinnen trotz desselben Alters hohe Leistungsunterschiede aufweisen können. Ein weitgehendes Problem bei dieser leistungsgemäßen Heterogenität ist, dass die Lehrperson den Unterricht meist auf ein mittleres Niveau einstellt. Das bringt jedoch eine permanente Über- bzw. Unterforderung eines Teils der Schulklasse mit sich. Dieses Problem soll die Leistungsdifferenzierung lösen.

Im leistungsdifferenzierten Unterricht, wie wir ihn aus der ehemaligen Hauptschule in Österreich kennen, werden die Schüler und Schülerinnen eines Jahrgangs nach ihrer Leistungsfähigkeit in Leistungskursen oder Niveauekursen aufgeteilt. In den Hauptschulen wurden die Schüler und Schülerinnen in Fachleistungskurse eingeteilt. Das bedeutete, dass sie in jedem leistungsdifferenzierten Fach mit Hilfe von Noten oder durch spezielle Zuweisungstests auf Grund ihrer Leistung eingeteilt wurden (Winkler 1978).

Seit dem Jahr 2012¹⁴ wurde jedoch die Neue Mittelschule eingeführt. Sie ist ein neues Konzept des Schul- und Bildungswesens für 10- bis 14-Jährige. Seit dem Jahr 2015¹⁵ sind alle ehemaligen Hauptschulen österreichweit Neue Mittelschulen. Die Neue Mittelschule zeichnet sich vor allem durch innere Differenzierung und Individualisierung aus. Das bedeutet, dass jeder einzelne Schüler und jede einzelne Schülerin und dessen bzw. deren individuelle Fähigkeiten und Talente gefördert werden. Lernende aus verschiedener sozialer, kultureller und sprachlicher Herkunft mit unterschiedlichen Fähigkeiten werden gemeinsam unterrichtet¹⁶. Mit Hilfe der inneren Differenzierung und meist auch mit der Unterstützung einer zweiten Lehrkraft, sollen alle Lernenden individuell gefördert werden und ihre eigenen Interessen und Begabungen entwickeln.

4.2.1.2. Interessendifferenzierung

Die Interessendifferenzierung geht von der Erfahrung aus, dass Schüler und Schülerinnen für die verschiedenen Unterrichtsfächer der Schule unterschiedliches Interesse zeigen. Es spielt hierbei keine Rolle wie das Interesse zustande gekommen ist, da es sowohl für die schulischen Leistungen als auch für die Entfaltung persönlicher Anlagen und Begabungen von Bedeutung ist. Man kann die Interessendifferenzierung in die Kurzformeln „Entfaltung der Persönlichkeit“ und „Ausbildung von Spezialisten und Spezialistinnen“ zusammenfassen.

Die Interessendifferenzierung wird schulorganisatorisch folgendermaßen umgesetzt: Die Unterrichtsfächer und die Unterrichtsgegenstände teilen sich in verpflichtende und in wahlfreie Bereiche ein. Alle Schüler und Schülerinnen müssen die verpflichtenden Fächer besuchen um die gemeinsame Grundbildung (Allgemeinbildung) zu gewährleisten. Die wahlfreien Unterrichtsfächer und Unterrichtsgegenstände sollen eine den individuellen Wünschen angemessene und den gesellschaftlichen Erfordernissen entsprechende spezialisierte Ausbildung garantieren. Deshalb müssen alle Verfahren der Interessendifferenzierung zwischen mehreren Ansprüchen vermittelt werden: Einerseits soll allen Schülern und Schülerinnen eine gemeinsame Grundbildung geboten werden, andererseits sollen die Verfahren auch die individuellen Ausbildungsinteressen der Lernenden berücksichtigen und somit die gesellschaftlich notwendigen Spezialisten heranbilden (Winkeler 1978).

¹⁴<http://www.neuemittelschule.at>, Abruf am: 27. April 2016

¹⁵ebda., Abruf am: 27. April 2016

¹⁶<http://www.neuemittelschule.at/grundlegende-informationen/>, Abruf am: 27. April 2016

4.2.2. Innere Differenzierung

Die innere Differenzierung (oder auch Binnendifferenzierung genannt) setzt erst nach der Bildung der homogenen Lerngruppen der äußeren Differenzierung ein. Sie zweifelt die behauptete Homogenität innerhalb dieser Gruppen an und enthält somit den herkömmlichen, heterogen zusammengesetzten Klassenverband. Ihr Ziel ist es, den Individuen innerhalb der Lerngruppen möglichst gerecht zu werden. Sie versucht ihre Aufgaben durch geeignete unterrichtsorganisatorische Maßnahmen innerhalb der bestehenden Schulklassen zu erfüllen (Winkeler 1978). Die Ebenen der inneren Differenzierung sind weder durch bildungspolitische Vorgaben noch durch kulturelle Versteinerungen geprägt. Sie sind offen und dynamisch und können von jedem Lehrer und jeder Lehrerin individuell gestaltet werden (Paradies und Linser 2009).

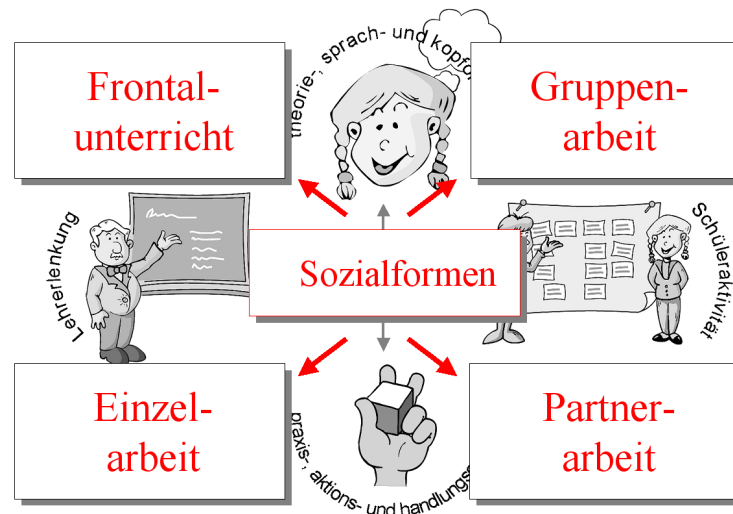
Nachfolgend wird die innere Differenzierung in vier Gruppen eingeteilt und erläutert:

- Differenzierung durch Sozialformen
- Differenzierung durch Methoden
- Differenzierung durch Medien
- Differenzierung auf thematischer Ebene (Winkeler 1978)

4.2.2.1. Differenzierung durch Sozialformen

Geht man davon aus, dass das Hauptinteresse innerer Differenzierung die Sozialkompetenz der Lernenden ist, dann sind Sozialformen des Unterrichts besonders gut dafür geeignet. Hierbei werden die Schüler und Schülerinnen in unterschiedlich zusammengesetzte Lerngruppen aufgeteilt und Sozialkontakte in verschiedenster Qualität und pädagogischen Auswirkungen organisiert, ohne dass das Sozialgebilde „Klasse“ zerstört wird. *Jede Form des Lernens wird in den so geschaffenen Lerngruppen zwangsläufig zum Lernen in sozialen Bezügen und damit zugleich zu sozialem Lernen* (Winkeler 1978: 43). Die soziale Zusammensetzung der Gruppen, ihre Größe und ihre Aufgaben bestimmen die Struktur ihrer Sozialkontakte. Somit wird die Gruppierung der Schüler und Schülerinnen zur wichtigsten Aufgabe des binnendifferenzierenden Unterrichts. Abbildung 4.1 zeigt die bekanntesten Strukturen von Sozialformen des Unterrichts: Frontalunterricht, Partnerarbeit, Gruppenarbeit und Einzelarbeit (Winkeler 1978).

¹⁷http://home.arcor.de/arthur.froehlich/verweise/fs_physik/StationenLernen/LinkedDocuments/Sozialformen_DidaLand.jpg, Abruf am: 28. April 2016

Abb. 4.1.: Sozialformen¹⁷

4.2.2.2. Differenzierung durch Methoden

Verschiedene Methoden werden vor allem bei heterogenen Gruppen mit unterschiedlichen Lerntempos, verschiedenen Lernschwierigkeiten und Lernstrategien eingesetzt. Auf die individuell unterschiedlichen Lernvoraussetzungen einzugehen, ist eine wichtige Aufgabe der Differenzierung. Methodische Differenzierung bedeutet, unterschiedliche Unterrichtsmethoden und Lehrformen so in Anwendung zu bringen, dass sie den Lernvoraussetzungen der Schüler und Schülerinnen individuell angepasst sind. Sie verlangt von der Lehrperson von den möglichen Unterrichtsverfahren jene auszuwählen, welche der Schülerindividualität angemessen sind (Winkeler 1978).

4.2.2.3. Differenzierung durch Medien

Differenzierung durch Medien geht ebenso wie die methodische Differenzierung davon aus, dass es dem Lehrenden gelingt, die verschiedenen Unterrichtsverfahren den individuell unterschiedlichen Lernvoraussetzungen der Schüler und Schülerinnen anzupassen. Hier kann die Lehrperson in einzelnen Phasen des Unterrichts zum Beispiel verschiedene Schulbücher einsetzen oder auf Computer bzw. Tablets zurückgreifen (Winkeler 1978).

4.2.2.4. Differenzierung auf thematischer Ebene

Die heterogen zusammengesetzten Klassen stellen die Lehrkraft immer wieder vor das Problem, den Unterricht dem unterschiedlichen Kenntnisstand der Schüler und

Schülerinnen anpassen zu müssen. *Die Passung zwischen 'unterrichtlichen Anforderungen' und 'sachstrukturellen Entwicklungsstand'* der Schüler und Schülerinnen ist eine der Grundbedingungen des individuellen Lernerfolgs (Winkeler 1978: 45). Thematische Differenzierung passt deshalb Inhalte und Ziele bezüglich ihres Umfangs und ihres Niveaus den Kenntnissen und Fähigkeiten des einzelnen Schülers und der einzelnen Schülerin an. Es meint jedoch keinesfalls Vereinzeln der Lernenden im Unterricht. Alle Schüler und Schülerinnen müssen eine gewisse Menge an Zielen und Stoffen im Sinne eines „Fundamentums“ bearbeiten. Die Lehrperson bietet jedoch zusätzliche Inhalte und Lernziele an, die über das Niveau und den Umfang des Fundamentums (Additum) hinausgehen würden (Winkeler 1978).

4.2.2.5. Schulorganisatorische und didaktische Differenzierung

Die innere Differenzierung kann man jedoch auch unter Berücksichtigung von der schulorganisatorischen und didaktischen Differenzierung einteilen. Die allgemeine Struktur der inneren Differenzierung ist auf der schulorganisatorischen Ebene angesiedelt, die Feinstruktur, welche innerhalb der organisatorischen Differenzierung stattfindet, ist didaktisch begründet, wie man auch Abbildung 4.2 entnehmen kann (Paradies und Linser 2009). In den folgenden beiden Kapiteln wird die innere Differenzierung aus Sicht der schulorganisatorischen und der didaktischen Differenzierung betrachtet.

Schulorganisatorische Differenzierung

In dieser Ebene kann jeder Lehrer und jede Lehrerin die Schüler und Schülerinnen seiner bzw. ihrer Lerngruppe nach bestimmten Kriterien in situativ wechselnden Gruppierungen einteilen. Diese Kriterien werden je nach Unterrichtssituation bestimmt. Auch das Schulcurriculum und die Persönlichkeit des unterrichtenden Lehrers bzw. der unterrichtenden Lehrerin legen sowohl Präferenzen als auch Grenzen fest. Folgende Differenzierungsmöglichkeiten sind grundsätzlich einsetzbar:

1) Differenzierung nach Organisation und Zufall:

- Aus organisationstechnischen Gründen bleiben die Schüler und Schülerinnen auf ihren Plätzen sitzen und bilden so arbeitsfähige Gruppen.
- Bei einer kurzen Unterrichtssequenz erfolgt die Aufteilung in gleich große Gruppen nach dem „Abzählprinzip“ (Gleichverteilung).
- Ebenfalls eine bunte Mischung zusammengewürfelter Gruppen ergibt das Auslosen oder Auswählen bestimmter Farben, Streichhölzer oder Karten.

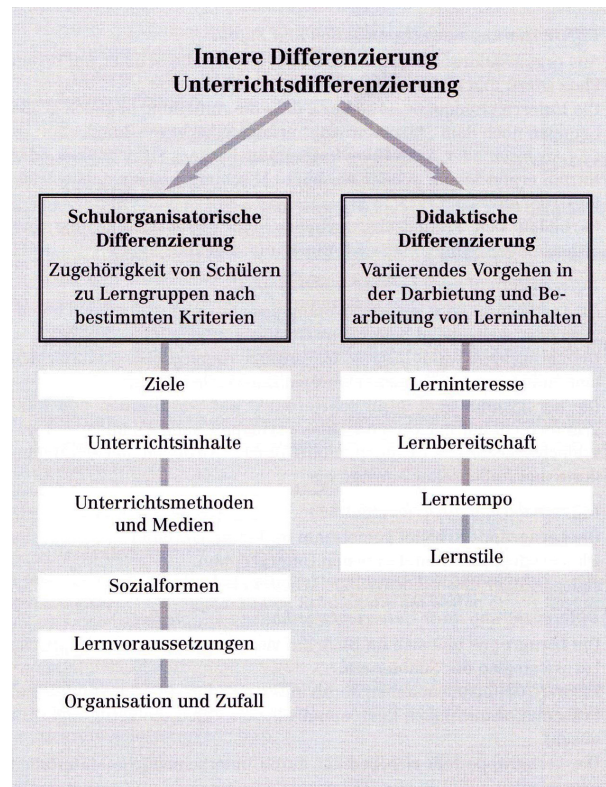


Abb. 4.2.: Einteilung der inneren Differenzierung (Paradies und Linser 2009: 35)

- Es bilden sich Freundschaftsgruppen oder Lernverbände, die ihre gegenseitigen Sympathien und Abneigungen geklärt haben.

2) Differenzierung nach Lernvoraussetzungen:

- Die Lerngruppe wird leistungsabhängig in weitgehend homogene oder weitgehend heterogene Gruppen aufgeteilt.
- Die Lerngruppe wählt interessenbezogene Themen aus. Dadurch ergibt sich eine Aufteilung in Gruppen aber auch in Einzelarbeit.
- Die Lerngruppe setzt ihren Schwerpunkt auf Sozialisation und Integration. Hierbei werden nicht nur verschiedenen Lerntypen, sondern auch geschlechtsspezifische Gruppen und multikulturelle Gruppen gebildet und Menschen mit Behinderung und Außenseiter bzw. Außenseiterinnen bewusst einbezogen.

3) Differenzierung nach Sozialformen:

- Die Lerngruppe arbeitet gemeinsam im Klassenverband.
- Die Lerngruppe arbeitet in festen Untergruppen.
- Jeder Schüler bzw. jede Schülerin dieser Lerngruppe arbeitet alleine.

4) Differenzierung nach Unterrichtsmethoden und -medien:

- Die Lerngruppe teilt sich mit Hinblick auf die Lernstrategien (visuell, auditiv oder haptisch) auf.
- Kleinere Gruppen entstehen durch unterschiedliche Erarbeitungs- und Präsentationstechniken (z.B. mündlich, schriftlich, szenisch, algorithmisch).
- Die Lerngruppe teilt sich bedingt durch unterschiedliche Materialien oder Medien auf (z.B. eine Teilgruppe arbeitet mit dem Computer).

5) Differenzierung nach Unterrichtsinhalten:

- Die Lerngruppe arbeitet gemeinsam an und zu einem Thema. Der Unterrichtsinhalt ist grundsätzlich gleich, zu unterschiedlichen Schwerpunkten können sich jedoch Gruppen bilden.
- Die Lerngruppe arbeitet in kleinen Gruppen zu sehr unterschiedlichen Themen. Damit können in einer Unterrichtseinheit z.B. sehr viele verschiedene Teilaspekte behandelt und erarbeitet werden.
- Die Untergruppen einer Lerngruppe arbeiten individualisiert nach Aufgabenstellungen.

6) Differenzierung nach Zielen:

- Innerhalb der Lerngruppe arbeiten verschiedene leistungshomogene Gruppen auf unterschiedliche Schulabschlüsse hin.
- Schüler und Schülerinnen mit ähnlichen Schwierigkeiten bilden eine Gruppe, um diese Probleme zu überwinden.
- Kleine arbeitsfähige Gruppen entstehen, indem man gezielt partielle und universale (Hoch-)Begabungen fördert.
- Durch sprachliche und soziale Integration von Menschen mit Migrationshintergrund werden leistungsheterogene Gruppen gebildet.
- Leistungshomogene Gruppen entstehen durch die Integration von Körper- und Lernbehinderten zur Überwindung speziell gelagerter Probleme.
- Integrative Aspekte werden durch jahrgangs- und klassenübergreifende Lernpatenschaften, Tutorensysteme und Teambildungen gefördert und gestärkt (Paradies und Linser 2009).

Didaktische Differenzierung

1) Differenzierung nach Lernstilen:

Hier fördert man Schüler und Schülerinnen entsprechend der verschiedenen Lernstile. Schüler und Schülerinnen, welche am effektivsten mit den Augen lernen, bekommen entsprechende visuelle Hilfe. Lernende, welche sich ihr Wissen am leichtesten mit Abschreiben aneignen, werden dahingehend gefördert.

2) Differenzierung nach Lerntempo:

Langsam lernende Schüler und Schülerinnen erhalten vorbearbeitetes Material, überdurchschnittlich schnelle Lerner erhalten jedoch Material mit höherem und/oder zeitintensiverem Schwierigkeitsgrad.

3) Differenzierung nach Lernbereitschaft:

Schüler und Schülerinnen mit entsprechend geringer Lernbereitschaft erhalten Material, das sich direkt auf ihre eigenen Alltagserfahrungen bezieht. Schüler und Schülerinnen mit hoher Lernmotivation arbeiten hingegen mit abstrakteren Materialien und Aufgabenstellungen.

4) Differenzierung nach Lerninteressen:

Alltagsspezifische Interessen werden gezielt zur Differenzierung eingesetzt. Das bedeutet, dass spezielle Interessen der Schüler und Schülerinnen in der Gestaltung des Unterrichts aufgegriffen werden. Auch methodische Präferenzen der Lernenden können von der Lernperson zum differenzierten Unterrichten genutzt werden (Paradies und Linser 2009).

4.2.3. Differenzierung im Lehrplan

Man findet im Lehrplan der Volksschule unter den allgemeinen didaktischen Grundsätzen¹⁸ im 7. Kapitel eine ausführliche Beschreibung über die Notwendigkeit von Differenzierung und Individualisierung.

Auszug aus dem Lehrplan:

In der Grundschule unterscheiden sich die Schülerinnen und Schüler, insbesondere die Schulanfängerinnen und Schulanfänger hinsichtlich des Entwicklungsstandes des Sozialverhaltens, der Kommunikationsfähigkeit, der Selbstständigkeit, der Interessen, der Motivation, des Vorwissens,

¹⁸https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/vslpdritterteil3682005frhp_14044.pdf?4dzgm2, Abruf am: 16. April 2016

der Lernfähigkeit, der Arbeitshaltung ua., wie kaum in einer anderen Schulart¹⁹.

Als Lehrperson soll man den Unterricht möglichst differenziert und individualisiert gestalten, um das Lernen zu fördern.

Auch die Lehrpläne der neuen Mittelschule²⁰ sowie in der AHS Unterstufe und AHS Oberstufe²¹ widmen dem Thema „Förderung durch Differenzierung und Individualisierung“ ein ganzes Kapitel.

In den Lehrplänen ist auch zu finden, dass die verschiedenen vielfältigen und unterschiedlichen Fähigkeiten der Schüler und Schülerinnen im Unterricht in unterschiedlicher Weise zum Ausdruck kommen. Die Aufgabe der Schule liegt darin, die Lernenden zur bestmöglichen Entfaltung ihrer individuellen Leistungspotentiale zu führen. Besondere Begabungen sowie Leistungsfähigkeit sind dabei kontinuierlich zu fördern.

Für den Unterricht selbst ergeben sich darauf folgende mögliche Aufgabenstellungen bzw. pädagogisch-didaktische Konsequenzen:

- 1) Erstellung von differenzierten Lernangeboten.
- 2) Eingehen auf individuell notwendige Arbeitszeit, unterschiedliche Lerntypen, Vorkenntnisse, Vorerfahrungen und kulturelles Umfeld.
- 3) Berücksichtigung des unterschiedlichen Betreuungsbedarfs.
- 4) Bewusstmachen der Stärken und Schwächen im persönlichen Begabungsprofil der Schüler und Schülerinnen.
- 5) Entwicklung von Rückmeldeverfahren.
- 6) Herstellung eines individuell förderlichen Lernklimas und Vermeidung von Demotivation²².

Die methodisch-didaktische Gestaltung soll die Berücksichtigung der jeweils aktuellen Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler gestatten. Unterrichtsformen, durch die sich Differenzierung und Individualisierung verwirklichen lassen, reichen von Einzelarbeit über Partnerarbeit bis zu

¹⁹https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/vslpdritterteil3682005frhp_14044.pdf?4dzgm2, S4, Abruf am: 16. April 2016

²⁰<https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40172654/NOR40172654.html>, Abruf am: 16. April 2016

²¹https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/11668_11668.pdf?4dzgm2, Abruf am: 16 April 2016

²²ebda., Abruf am: 16 April 2016

den zahlreichen Möglichkeiten der Gruppenarbeit. Dazu gehören auch Phasen des offenen Lernens und Wahlmöglichkeiten für die Schülerinnen und Schüler²³.

²³https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/11668_11668.pdf?4dzgm2, S6, Abruf am: 16 April 2016

5. Differenzieren im Mathematikunterricht

Besonders im Mathematikunterricht zeigen sich die individuellen Interessen, Stärken und Schwächen der Schüler und Schülerinnen. Während einige im Laufe der Unterrichtseinheit noch nicht einmal ihre Stifte ausgepackt haben, haben die anderen die gestellten Aufgaben bereits gelöst und fragen nach weiteren mathematischen Herausforderungen. Die einen lösen ein neues mathematisches Problem sofort mit Spaß und außerordentlicher Kreativität, die anderen sind jedoch blockiert und trauen sich nichts zu (Becker et al. 2004).

Differenzierung ist oberflächlich betrachtet im Mathematikunterricht zunächst eine Methode, um das Üben effektiv zu gestalten. Es sind jedoch in allen Lernschritten individuelle junge Menschen mit ihren einzigartigen Welten, welche ihre eigenen Voraussetzungen mitbringen und ihre Potentiale optimal ausschöpfen sollen, beteiligt. Während sich Differenzierung in Übungsphasen bereits bewährt hat, sollte sie auch in anderen Lernschritten erfolgen (Storz und Burkart 2014).

5.1. Voraussetzungen und Möglichkeiten

Differenzierung besitzt mit den Lernvoraussetzungen rückwärts gerichtete Komponenten und mit den Lernmöglichkeiten in die Zukunft weisende Aspekte. Trifft man unterrichtspraktische Entscheidungen, so sollte man stets diese beiden Komponenten betrachten. Wird die gänzliche Konzentration nur auf die Lernvoraussetzungen gerichtet, so gelingt es der Lehrperson den schwächeren Schülern und Schülerinnen gerecht zu werden, indem sie Aufgaben auf verschiedenem Niveau anbietet. Den leistungsstärkeren Schülern und Schülerinnen wird der Lehrende aber nur gerecht, indem er auch Anforderungen stellt, denen auch trotz Unterstützung nur wenige Lernende entsprechen können.

Die rückwärts gerichtete Betrachtungsweise fordert von der Lehrperson, alle Schüler und Schülerinnen nach ihren individuellen Möglichkeiten zu fördern und deren Bedürfnisse, Vorwissen, Denkweisen und Eigenheiten zu berücksichtigen. Das Lernen knüpft also an vorhandene Bedingungen an, die bei jedem Schüler und bei jeder

Schülerin anders sind. Um diese Möglichkeit zu schaffen, müssen zunächst gemeinsame Anforderungen gestellt werden, die jedem Schüler und jeder Schülerin zugänglich sind. Darauf aufbauend folgen Aufgaben mit unterschiedlichen Kompetenzniveaus, die über die Grundanforderungen hinausgehen. Die Schüler und Schülerinnen sollen bei der Auswahl des Schwierigkeitsgrades beteiligt werden, jedoch nicht ganz allein die Verantwortung für die Wahl des angemessenen Niveaus erhalten.

In einer vorwärts gerichteten Betrachtungsweise bedeutet Differenzierung das Individuum in den Vordergrund zu stellen. Damit man die Entwicklungspotentiale aller Schüler und Schülerinnen ansprechen kann, bedarf es offener Aufgaben und Methoden, welche jedoch zu weniger eng planbaren Situationen führen. Differenzierung bedeutet also, mit Hilfe von geeigneten Maßnahmen, allen Schülern und Schülerinnen gerecht zu werden, indem man die leistungsfähigen Lernenden im gleichen Maße fordert wie leistungsschwächere.

Im vorherigen Kapitel wurden die einzelnen Ebenen der inneren Differenzierung im allgemeinen Unterricht bereits ausführlich diskutiert. Diese Ebenen spielen auch im Mathematikunterricht eine Rolle:

- bei der Auswahl und Reduktion der Inhalte,
- beim Methodeneinsatz,
- beim Einsatz geeigneter Aufgaben und
- bei der Schaffung geeigneter Strukturen (Storz und Burkart 2014).

Die verschiedenen Differenzierungsmaßnahmen sollen schlussendlich das Lernen im Gleichschritt auflösen. Dies geschieht zugunsten einer stärkeren Berücksichtigung der vielfältigen Unterschiede in den Lernvoraussetzungen (Leuders und Prediger 2012).

■ **Inhalte**

Die Inhalte, welche zur Differenzierung im Mathematikunterricht geeignet sind, sind für alle Schüler und Schülerinnen gleich zugänglich, lassen aber unterschiedliche Herangehensweisen und unterschiedliche Kompetenzniveaus zu. Die Lehrperson muss Grundanforderungen festlegen, welche für alle Lernenden verbindlich sind und muss auch darüber hinausreichende Lernchancen anbieten.

■ **Methoden**

Hier wird zwischen offenen und geschlossenen Methoden unterschieden. Bei der geschlossenen Differenzierung liegt die Verantwortung, auf welchem Niveau die einzelnen Schüler und Schülerinnen arbeiten, bei der Lehrperson. Offene Differenzierung zeichnet sich dadurch aus, dass die Verantwortung für das Niveau,

auf dem gearbeitet wird, hauptsächlich von den Lernenden bestimmt wird. Wichtig ist hierbei, dass offene und geschlossene Methoden keine Alternativen darstellen, sondern sie sollten sich gegenseitig sinnvoll ergänzen.

■ Aufgaben

Aufgaben, welche zur Differenzierung geeignet sind, können von der Lehrperson selbst erstellt werden. Hierbei werden entweder vorhandene Aufgaben umformuliert oder Aufgaben verwendet, die ein erkennbares Differenzierungspotential besitzen. Die Differenzierung findet hier jedoch nicht nur durch die verschiedenen Aufgaben statt, sondern auch durch die Methoden, mit denen die Aufgaben zum Einsatz kommen.

■ Strukturen

Zur Struktur eines differenzierenden Mathematikunterrichts gehören Lernphasen, in denen es ohne Konsequenzen möglich ist, Fehler zu machen. Unter Umständen können Fehler in diesen bestimmten Phasen sogar erwünscht sein. Außerdem gehören Diagnosemaßnahmen und Förderungen für schwache Lernende dazu. Über die Grundanforderungen hinausreichende Kompetenzen werden von den leistungsstärkeren Schülern und Schülerinnen eingefordert (Storz und Burkart 2014).

Durch Differenzierung nimmt die Heterogenität der Lernenden zu. Erzielen alle Schüler und Schülerinnen einer Lerngruppe Kompetenzzuwächse, so werden die Unterschiede zwischen den Lernenden größer, nicht kleiner. Mit der offenen und der geschlossenen Differenzierung gibt es zwei Herangehensweisen an die innere Differenzierung im Mathematikunterricht (Heymann 1991).

5.2. Geschlossene Differenzierung

Die Lehrperson versucht, in einer geschlossenen Differenzierung für jeden Schüler und jede Schülerin der Klasse, ein speziell zugeschnittenes Programm anzubieten. Das geschieht entweder durch längerfristige Arbeitspläne oder durch einzelne Aufgaben in kleineren Zeiteinheiten.

Es werden jedoch zwei Einwände gegen die geschlossene Differenzierung formuliert:

- Ein zu hoher Zeitaufwand für die Lehrperson
- Zweifel an der Diagnosesicherheit der Lehrkraft (Wie kann sich die Lehrkraft sicher sein, die Schüler und Schülerinnen richtig einzuschätzen, damit sie auf dem optimalen Niveau lernen?) (Hußmann und Prediger 2007)

5.3. Offene Differenzierung

Das Gegenmodell der geschlossenen Differenzierung ist die offene Differenzierung. Hier versucht die Lehrperson, gemeinsam mit den Schülern und Schülerinnen, ein angemessenes Lernniveau zu finden. Das geschieht durch Selbstdifferenzierung der Aufgaben. Es gibt aber auch Einwände gegen diese Methode: Selbstdifferenzierung kann zur Beliebigkeit ausarten oder es muss nicht gelingen, dass Lernende tatsächlich auf ihrem Niveau arbeiten.

Folgende Herangehensweisen können bei offener Differenzierung eingesetzt werden:

■ **Anknüpfungspunkte schaffen:**

Da die Lernenden in jedem neuen Themengebiet unterschiedliche Vorerfahrungen mitbringen, muss man diese zuerst diagnostisch erfassen und anschließend den Unterricht darauf aufbauen.

■ **Erkunden:**

Einen qualitativen Einstieg in ein neues Thema bietet das selbstständiges Erkunden. Hier legen die Lernenden unterschiedliche Untersuchungsschwerpunkte fest.

■ **Realitätsbezogenes Vertiefen:**

Erworbene Fähigkeiten der Schüler und Schülerinnen werden hier in einem sinnstiftenden Kontext angewandt und in Form von Projektarbeiten oder langfristigen Hausübungen vertieft.

■ **Sammeln und Systematisieren in Strategiekonferenzen:**

Nach dem Lernende auf eigenen Wegen ein neues Thema erkundet haben, spielt die Phase des Sammelns und Systematisierens eine große Rolle. Bei Strategiekonferenzen stellen sich Lernende ihre entwickelnden Strategien gegenseitig vor und vergleichen diese.

■ **Trainieren:**

Schüler und Schülerinnen müssen erworbene Kenntnisse, in Form von Begriffen und Verfahren, trainieren, um diese in anderen Situationen erfolgreich anzuwenden. Differenziert wird bei den Übungsaufgaben hinsichtlich der sprachlichen Komplexität, der Kompliziertheit der Aufgabenstellung und der kognitiven Tätigkeiten. Das geschieht durch individuelle Arbeitspläne, Wahlaufgaben oder längerfristigen arbeitsteiligen Phasen in unterschiedlichen Sozialformen.

■ **Leistungen überprüfen:**

Bei einem individualisierten Unterricht, der von einer subjektorientierten Sicht

auf die Lernenden ausgeht, ist es schwierig die Leistungen, unter Berücksichtigung der erworbenen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler, zu beurteilen. Deshalb muss man die Lernenden an Zielnormen und Sozialnormen und somit an Vorgaben, die für alle gleich sind, messen (Hußmann und Prediger 2007).

Diese Differenzierungsstrategien verfolgen alle ein gemeinsames Ziel: die Auflösung des gleichschrittigen Lernens. Dabei unterscheidet man zwischen der Auflösung des gleichen Lerntempos, der Auflösung des gleichen Anspruchsniveaus sowie Zugangsweisen und der Auflösung der gleichen Lerninhalte und -ziele. Bei der Auflösung gleichschrittiger Ziele muss jedoch beachtet werden, dass es Mindestanforderungen geben muss, die alle Schüler und Schülerinnen erfüllen müssen (Hußmann und Prediger 2007).

In den folgenden beiden Kapiteln werden Differenzierungsmöglichkeiten anhand von Methoden und Aufgaben präsentiert, die man im Mathematikunterricht verwenden kann.

5.4. Differenzierungsmöglichkeiten - Methoden

Betrachtet man den Unterricht von der Seite des Lehrens, so hat die Lehrperson die Möglichkeit verschiedene Unterrichtsmethoden einzusetzen. Diese variieren im Grad der Schülerzentriertheit. Jede Methode bringt verschiedene Möglichkeiten, um auf Einzelne einzugehen und sie individuell zu begleiten. Mit jeder Methode ändert sich auch die Rolle der Lehrperson: Sie instruiert, moderiert oder assistiert. Das Ziel ist, dass man von der Instruktion zur Assistenz gelangt (Salner-Gridling 2009). In diesem Absatz werden die verschiedenen Unterrichtsmethoden, welche in Abbildung 5.1 ersichtlich sind, erläutert.

5.4.1. Frontalunterricht

Der Frontalunterricht wird von Lehrenden gelenkt und ist schülerorientiert. Er verringert die Leistungsdifferenzen zwischen den Schülern und Schülerinnen und vermindert die Leistungsängstlichkeit. Auf Dauer sinkt mit ihm jedoch die Lernlust. Deshalb ergänzt man den Frontalunterricht mit offenen Unterrichtsformen, um die Interessen der Schüler und Schülerinnen in den Vordergrund zu stellen (Helmke 2009; Weinert 1992, 1997a).

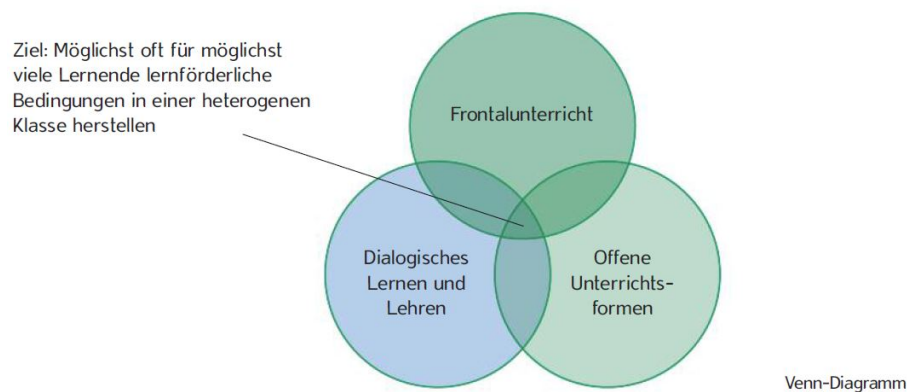


Abb. 5.1.: Verschiedene Unterrichtsmethoden (Salner-Gridling 2009: 50)

Die Rolle der Lehrperson gestaltet sich im Frontalunterricht wie folgt:

Die Lehrenden

- stimmen Lernziele, Themen und Arbeitstempo auf die Schüler und Schülerinnen ab und orientieren sich dabei an ihren Lernvoraussetzungen und Interessen.
- mischen leichte und schwierigere Fragen, versuchen alle Lernenden aufzurufen und ermutigen diese zum Nachfragen.
- geben den Schülern und Schülerinnen Zeit zum Nachdenken. Außerdem reagieren sie auf Antworten seitens der Lernenden mit wertschätzendem Feedback.
- sorgen für differenzierte Aufgaben.
- kontrollieren den Lernfortschritt jedes einzelnen Schülers und jeder einzelnen Schülerin und helfen bei eventuellen Lernschwierigkeiten (Helmke 2009; Weibert 1992, 1997a).

Um den Frontalunterricht so zu gestalten, dass sich möglichst viele Schüler und Schülerinnen angesprochen fühlen, ist eine Einteilung des Unterrichts in verschiedene Stationen, wie in Abbildung 5.2 ersichtlich, sinnvoll.

■ Einstiegsphase:

- Erforschen: Gegenstände, die mit dem Lerninhalt in Verbindung stehen, werden vorgestellt. Die Schüler und Schülerinnen setzen sich mit diesen Gegenständen auseinander und notieren, was ihnen dazu einfällt. Sie sammeln einige Minuten lang verschiedene Sinneseindrücke. Die Gegenstände können Worte, Bilder, Symbole, Experimente, eine Aufgabe mit (eventuell) mehreren Lösungsvorschlägen oder offene Fragen sein.

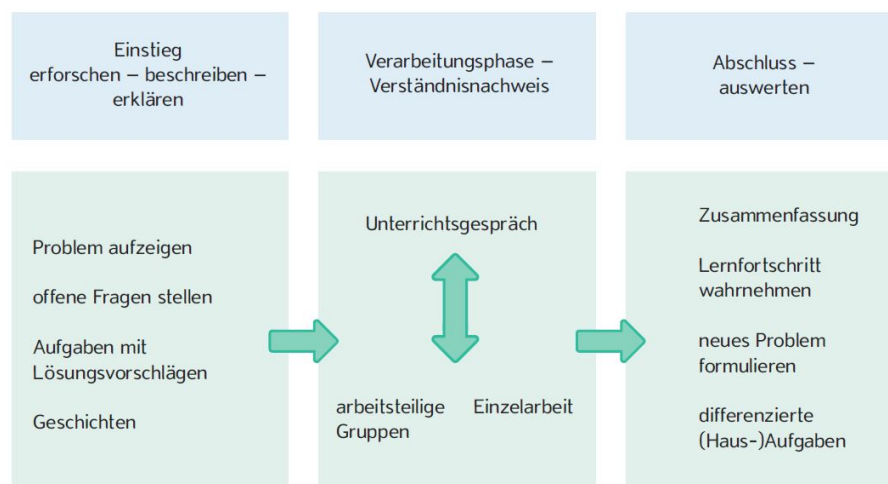


Abb. 5.2.: Stationen des Frontalunterrichts (Salner-Gridling 2009: 50)

- **Beschreiben:** Im nächsten Schritt beschreiben die Lernenden, was ihnen auffällt. Dies geschieht entweder in Murmelgruppen oder in Einzelarbeit. Bei Murmelgruppen werden die Schüler und Schülerinnen dazu aufgefordert, sich mit einem oder höchstens zwei Nachbarn zusammzusetzen und über die verschiedenen Gegenstände zu diskutieren (zu murmeln)²⁴. Die Ergebnisse werden anschließend aufgeschrieben und sichtbar gemacht.
- **Erklären:** Hier fasst die Lehrperson die Ergebnisse der Lernenden zusammen, erklärt neue Begriffe und erläutert den Lerninhalt.
- **Verarbeitungsphase:** Diese Phase besteht aus einzelnen Übungssequenzen, welche zur Festigung und Vertiefung der Lerninhalte dienen.
 - **Arbeitsteilige Gruppenarbeit:** Arbeitsaufträge sind die Quintessenz dieser Methode und werden in Kleingruppen bearbeitet. Sie sollen zum Nachdenken anregen, ohne die einen zu überfordern und die anderen zu langweilen. Die Erkenntnisse werden von den Schülern und Schülerinnen zusammengefasst und abschließend präsentiert.
 - **Gelenktes Unterrichtsgespräch:** Es unterstützt die Er- und Verarbeitung eines Themas. Lehrende treten im Gesprächsverlauf nach Möglichkeit in den Hintergrund. Sie sammeln Beiträge der Schüler und Schülerinnen ein, ohne dass sie diese kommentieren und behalten stets die Zielrichtung des Gesprächs im Auge.

²⁴https://www.unibw.de/lehrplus/methodenkoffer/copy_of_aktivieren/murmelgruppen, Abruf am: 27. April 2016

- **Einzelarbeit:** Die Lernenden erarbeiten sich in Übungsphasen und Stillarbeitsphasen die Lerninhalte. Die Lehrperson hat dabei Zeit und Raum sich den einzelnen Schülern und Schülerinnen zuzuwenden und deren Lernprozess zu begleiten und zu beobachten.
- **Verständnisnachweis:** Hier präsentieren die Schüler und Schülerinnen kurz, was sie erarbeitet haben und wie sie es verstanden haben.
- **Abschluss und Auswertung:** Eine abschließende Zusammenfassung rundet die Lerneinheit ab und gibt einen zusammenfassenden Überblick (Garner 2009).

5.4.2. Dialogisches Lernen und Lehren

Das Dialogische Lernen basiert auf der Erkenntnis, dass Verstehen immer ein individueller Prozess ist. Angeregt wird die Auseinandersetzung der Lernenden mit dem Thema (der Dialog) durch ein herausforderndes Problem (die Kernidee). Daraus können sich unterschiedliche Lernwege entwickeln.

Im Zentrum des Unterrichts steht der Lehrer bzw. die Lehrerin, welche die Kernidee vorstellt.

Die drei wichtigsten Merkmale einer Kernidee:

- **Biographischer Aspekt:** Ausgangspunkt der Kernidee sind persönliche Erfahrungen der Lehrperson.
- **Wirkungsaspekt:** Hier fordert die Kernidee die Schüler und Schülerinnen zu einem Dialog mit den Lerninhalten heraus.
- **Sachaspekt:** Die Kernidee fängt ein ganzes Stoffgebiet ein, rückt eine provozierende Eigenheit in den Vordergrund und lädt zu einem partnerschaftlichen Dialog ein (Ruf und Gallin 1998; Ruf et al. 2004).

5.4.3. Offene Unterrichtsformen

Das Grundprinzip des offenen Unterrichts ist das entdeckende, problemlösende, handlungsorientierte und selbstverantwortliche Lernen. Offene Lernformen eignen sich, um das Gelernte praktisch zu üben, um selbstständiges Lernen anzuregen und um Schlüsselqualifikationen wie kommunikative, muttersprachliche und fremdsprachliche Kompetenzen, Medienkompetenzen und Teamfähigkeiten zu trainieren (Salner-Gridling 2009).

Einige Beispiele für offene Unterrichtsformen, die sich für den Mathematikunterricht eignen:

- Stationsbetrieb
- Gruppenarbeit
- Gruppenpuzzle
- Ich-Du-Wir (Barzel et al. 2015)

5.4.3.1. Stationsbetrieb

Der Stationsbetrieb bzw. Stationszirkel hat differenzierende, individuell aktivierende und organisatorisch komplexe Merkmale. Bei ihm bearbeiten alle Schüler und Schülerinnen an mehreren Stationen verschiedene Materialien. Diese regen vielfältige Auseinandersetzungen mit dem Thema an. Man kann den Stationsbetrieb organisatorisch variantenreich gestalten: Zum Beispiel mit Pflicht- und Wahlstationen und Stationen für die Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit. Man bezeichnet den Stationsbetrieb auch als Lernwerkstatt.

Der Stationsbetrieb eignet sich besonders gut, um Lernenden die verschiedenen Zugänge, Kontexte, Aspekte und Grundvorstellungen eines Themas näher zu bringen. Die Schüler und Schülerinnen können individuelle Lernwege beschreiten, in ihrem eigenen Tempo lernen und persönliche Schwerpunkte setzen. Stationsbetriebe funktionieren besonders gut für Einstiege und zur Erarbeitung aber auch zur Übung und Festigung eines Themas (Barzel et al. 2015).

5.4.3.2. Gruppenarbeit

Um innere Differenzierung zu erreichen, werden (zeitweise) Lerngruppen gebildet, die differenzierte Aufgaben erarbeiten (Salner-Gridling 2009). Eine Gruppe von Schülern und Schülerinnen arbeitet gemeinsam an einer gestellten Aufgabe, dokumentiert ihre Arbeit und präsentiert abschließend ihre Ergebnisse (Barzel et al. 2015).

Sie fördert und fordert soziale und kommunikative Kompetenzen. Die einzelnen Gruppenmitglieder müssen die Problemstellung effizient und kooperativ bearbeiten, sich untereinander verständigen und das Ergebnis nach außen repräsentieren (Green und Green 2005). Es muss gesichert werden, dass sich jeder einzelne mit dem Arbeitsauftrag auseinandersetzen kann und dass alle Einzelbeiträge zu Wort kommen. Diese Methode wird von den Lernenden meist als motivierend wahrgenommen, da

sie Erklärungen von Mitschülern und Mitschülerinnen als hilfreich empfinden und weil sie einen Rahmen für informelle Kommunikation, frei von Kontrollieren und Bewerten der Lehrperson, gewährt (Barzel et al. 2015).

5.4.3.3. Gruppenpuzzle

Das Gruppenpuzzle weist vor allem individuell aktivierende und organisatorisch komplexe Merkmale auf. Mit ihm können Schüler und Schülerinnen ein Thema, welches in verschiedene Teilaspekte aufgeteilt werden kann, selbstständig und kooperativ erarbeiten. Das Gruppenpuzzle wird in zwei Runden durchgeführt. In der ersten Runde beschäftigen sich die Lernenden mit einem Teilaspekt des Themas und werden zu Experten und Expertinnen in diesem Teilgebiet. In einer zweiten Runde werden die Gruppen neu zusammengesetzt, so dass jede Gruppe das gesamte Thema gemeinsam erarbeiten kann.

Das Gruppenpuzzle ist eine typische Methode zur Umsetzung des kooperativen Lernens. Es besteht eine positive Abhängigkeit zwischen den einzelnen Gruppenmitgliedern, da in der ersten Runde die Teilaspekte so gut erarbeitet werden müssen, dass die Schüler und Schülerinnen diese anschließend erklären können. Meist wird dieses Verfahren zur Erarbeitung eingesetzt, es kann aber auch zum Üben, Vertiefen und Wiederholen eingesetzt werden (Barzel et al. 2015).

5.4.3.4. Ich-Du-Wir

Die Ich-Du-Wir Methode ist eine differenzierende Methode und weist individuell aktivierende Merkmale auf. Sie soll ein Gleichgewicht zwischen individueller Auseinandersetzung mit einem Problem, Austausch zwischen Lernpartnern und Lernpartnerinnen und Zusammenbringen in der ganzen Klasse gewährleisten. Schüler und Schülerinnen erhalten zuerst Zeit und Ruhe um sich intensiv mit dem Thema zu beschäftigen und werden erst dann mit den Ideen der Mitschüler und Mitschülerinnen konfrontiert.

Da diese Methode zuerst eine individuelle und intensive Beschäftigung mit dem Thema voraussetzt, ist sie einer direkt einsetzenden Gruppenarbeit überlegen. Nach der individuellen Auseinandersetzung mit dem Thema, können in einem geschützten Rahmen die unfertigen Ideen mit einem Partner oder einer Partnerin besprochen werden. Die Schüler und Schülerinnen lernen ihre Ideen zu verbalisieren. Die Methode eignet sich besonders gut für Erarbeitungsphasen (Barzel et al. 2015).

5.5. Differenzierungsmöglichkeiten - Aufgaben

Dieses Kapitel behandelt Lernaufgaben - keine Prüfungsaufgaben. Es müssen verschiedene Bedingungen gelten, damit eine Lernaufgabe aufgegriffen und aktiv behandelt wird. Sie muss motivierend sein, also für die Lernenden eine Bedeutung haben.

- differenziert/individualisiert sein: Das Angebot kann auf den einzelnen bzw. die einzelne durch unterschiedliche Schwierigkeitsgrade abgestimmt werden.
- ermutigend sein: Die Lernenden müssen die Zuversicht haben, dass sie eine Aufgabe aus eigener Kraft heraus lösen können (Girmes 2003, 2004).

5.5.1. Konstruktion von Lernaufgaben

Aufgaben sind wichtige Elemente des Unterrichts und machen Sinn, wenn sie zum Nachdenken und zum Fragen anregen. Zur Gestaltung der Aufgaben gibt es verschiedene Möglichkeiten: Die Lernenden erstellen selbst Aufgaben, vergleichen Aufgaben, analysieren, interpretieren, beschreiben oder beurteilen diese oder suchen nach Fehlern (Bruder 2003).

5.5.1.1. Variation einer Aufgabe

Aufgaben bestehen aus: Ausgangssituation, Endsituation (Lösung) und Transformation (z.B. Lösungsschritte). Sie werden variiert, indem verschiedene Komponenten angegeben oder gesucht werden. Bei einer vorgegebenen Endsituation und Transformation, kann zum Beispiel die Anfangssituation gesucht werden. Der Blickwinkel, unter dem das Thema betrachtet wird, wird durch die Variation von Aufgaben verändert (Bruder 2003).

5.5.1.2. Offene Aufgaben/offene Arbeitsaufträge

Eine offene Aufgabe ist also ein spezieller Anfangszustand, der mit einer gewissen Transformation in einen angestrebten Zielzustand überführt wird. Dabei ist mindestens eine dieser drei Komponenten für die Schüler und Schülerinnen klar oder mehrdeutig. Je nachdem, welche Komponente von der Lehrperson unklar gehalten wird, entstehen unterschiedliche Typen offener Aufgaben (Blum und Wiegand 2000; Schupp 2002).

Offene Aufgaben bieten größere Chancen für (individuelle) Lernerfolge, da sie mehr Spielraum für die Konstruktion individuell passender Lernaufgaben bieten. Sie eignen sich besonders, um herauszufinden, wie gut Schüler und Schülerinnen ihre persönlichen Stärken und Möglichkeiten bei der Bewältigung einer vielschichtigen Aufgabe einsetzen können (Salner-Gridling 2009).

Eigenschaften offener Aufgaben:

- **Differenzierter Einstieg:** Der Einstieg in die Arbeit sollte so gestaltet werden, dass er auf verschiedenen Niveaus zu Lösungen führt. Er soll sowohl die leistungsstarken als auch die leistungsschwächeren Schüler und Schülerinnen ansprechen.
- **Individualisierung:** Der Auftrag muss auch schnellere und begabtere Schüler und Schülerinnen ansprechen, sodass sie ihr Können und ihre Möglichkeiten ausspielen können.
- **Offenheit:** Nur wenn die Aufträge offen gestaltet sind, lassen sie eine Vielfalt von Möglichkeiten zu (Ruf et al. 2004).

5.6. Ergebnisse empirischer Untersuchungen

In den folgenden Kapiteln werden die TIMSS Studie und die Hattie Studie aus dem Blickwinkel des Mathematikunterrichts und der Differenzierung betrachtet.

5.6.1. TIMSS Studie

Die TIMSS Studie ist eine Schulleistungsuntersuchung, die im Abstand von vier Jahren in verschiedenen Regionen durchgeführt wird. Die Studie untersucht die mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Schüler und Schülerinnen. Auch Österreich beteiligte sich an dieser Studie in den Jahren 1995 und 2007 (Mullis 2008).

Im Jahr 2007 wurde erstmals eine nationale Zusatzerhebung über innere Differenzierung im Mathematikunterricht durchgeführt. Fast die Hälfte der Lehrer und Lehrerinnen in Österreich geben in dieser Studie an, dass der Mathematikunterricht am häufigsten durch die unterschiedlichen Leistungen der Schüler und Schülerinnen geprägt wird. Ungefähr 20% der übrigen Lehrenden sind der Meinung, dass der Unterricht am häufigsten durch den unterschiedlichen Hintergrund beeinflusst

wird und circa 15% glauben, dass der sonderpädagogische Förderbedarf die größte Auswirkung auf ihren Unterricht hat²⁵.

5.6.1.1. Innere Differenzierung aus Sicht der Lehrenden

Für den Großteil der Lehrpersonen (ca. 86%) ist es sehr wichtig, die Lernziele in grundlegende Ziele, die alle Schüler und Schülerinnen erfüllen müssen und in Ziele, die als Erweiterung gelten, einzuteilen. Weiters ist es ihnen ein Bedürfnis, den Unterricht so zu gestalten, dass die Lernziele und Methoden für die einzelnen Schüler und Schülerinnen berücksichtigt werden (ca. 83%). Sie wollen die Lernprozesse analysieren (ca. 86%) und die Lernschwierigkeiten erfassen (ca. 96%). Auch streben sie an, unterschiedliche Übungen bereitzustellen, so dass sie den Fähigkeiten der Lernenden entsprechen (ca. 89%).

Lehrer und Lehrerinnen finden es wichtig, den Schülern und Schülerinnen ihre Aufgaben selbst erarbeiten zu lassen (ca. 83%) und verschiedene Lösungswege für eine Aufgabenstellung gemeinsam mit den Lernenden zu erarbeiten (ca. 92%). In welcher Sozialform die Schüler und Schülerinnen arbeiten, geben die Lehrenden jedoch in der Regel selbst vor. Es geben ungefähr 33% der Lehrpersonen an, dass die Schüler und Schülerinnen in jeder bzw. in den meisten Unterrichtsstunden die Sozialform frei wählen dürfen. Bei circa 55% der Lehrenden dürfen sich die Schüler und Schülerinnen in jeder bzw. in den meisten Stunden die Reihenfolge, in der sie Übungen bearbeiten, selbst aussuchen und bei ungefähr 49% wird der Lösungsweg eines einzelnen Schülers bzw. einer einzelnen Schülerin zu einer Frage besprochen.

Diese Ergebnisse zeigen, dass Differenzierung für die Lehrpersonen einen hohen Stellenwert einnimmt. Betrachtet man jedoch die Umsetzungshäufigkeit, so ist diese eher gering. Es gilt jedoch, wenn Lehrpersonen Differenzierung wichtig ist, wird innere Differenzierung auch eher umgesetzt²⁶.

5.6.1.2. Innere Differenzierung aus Sicht der Lernenden

Neben dem Blickwinkel der Lehrpersonen ist es auch von Bedeutung, wie oft Schüler und Schülerinnen innere Differenzierung erleben.

Die Lernenden geben an, dass sie in ungefähr 69% der Unterrichtseinheiten die gleichen Übungen machen, wobei nur circa 40% der Meinung sind, dass das Niveau der Aufgaben passend für sie ist. Mehr als die Hälfte der Befragten (ca. 54%) geben an,

²⁵<https://www.bifie.at/buch/1191/3/4fuss-1-6.4>, Abruf am: 11. Mai 2016

²⁶ebda., Abruf am: 11. Mai 2016

dass sie sich die Sozialform nie selbst aussuchen dürfen. Die selbstständige Erarbeitung neuer Aufgaben kommt nur bei ungefähr 22% in jeder Unterrichtseinheit vor. Fast ein Drittel gibt an, dass sie nie Rückmeldungen über ihre individuelle Leistungen von der Lehrperson erhalten. Weniger als ein Viertel der Befragten geben an, dass sie sich bei mehreren Aufgaben in jeder Unterrichtseinheit aussuchen dürfen, in welcher Reihenfolge sie diese bearbeiten.

Die Ergebnisse der Lehrenden und Lernenden zeigen einige Unterschiede. Die Lehrenden glauben Differenzierungsmaßnahmen öfters einzusetzen, als Schüler und Schülerinnen diese im Unterricht tatsächlich erleben²⁷. Daraus ergibt sich, dass Lehrer und Lehrerinnen ihren Unterricht öfters von Schülern und Schülerinnen evaluieren lassen sollten. Somit würden die Lehrkräfte einen Überblick über den „Ist-Zustand“ ihres Unterrichts erhalten und könnten dann weitere Schritte für den „Soll-Zustand“ des Unterrichts einleiten.

5.6.2. Hattie Studie

John Hattie veröffentlichte sein Buch „Visible Learning“ im Jahr 2009 und leistete damit einen großen Beitrag zur momentanen Bildungsdiskussion. Er untersuchte ungefähr 50.000 Studien und extrahierte Faktoren, welche die Lernleistungen von Schülern und Schülerinnen beeinflussen.

Hattie erforscht in seinem Buch unter anderem offene Unterrichtsformen. Er stellt fest, dass bei offenen Unterrichtsformen im Gegensatz zu konventionellen Unterrichtsformen geringe Leistungsunterschiede der Lernenden festzustellen sind. Weiters deckt er auf, dass offene Bildungsformen dabei helfen können ein besseres Selbstkonzept und eine positive Haltung gegenüber der Schule zu entwickeln. Dabei müssen diese Bildungsprogramme durch folgende Punkte gekennzeichnet sein:

- 1) *Die Rolle des Kindes beim Lernen wird betont,*
- 2) *es wird eine diagnostische Evaluation durchgeführt,*
- 3) *vorstrukturierter Stoff wird verwendet,*
- 4) *es findet individueller Unterricht statt* (Hattie et al. 2014: 106).

Ein weiterer Punkt, den Hattie in seinem Buch berücksichtigt, ist die interne Differenzierung. Hier zeigt sich ein leichter Vorteil der internen Differenzierung gegenüber keiner Differenzierung zur Förderung des Lernverhaltens der Lernenden.

²⁷<https://www.bifie.at/buch/1191/3/4fuss-1-6.4>, Abruf am: 11. Mai 2016

Auch richtet er seine Aufmerksamkeit auf den Punkt „Individualisierung“. Studien haben hier ergeben, dass individuelles Lernen im Mathematikunterricht geringfügig besser abgeschnitten hat als normaler Klassenunterricht. Man sollte die Lernenden jedoch nicht nur mit Hilfe von vielen individualisierten Programmen unterrichten, sondern den Unterricht an die Bedürfnisse der Lernenden anpassen.

Das Buch zeigt auf, dass Lernen absichtsvoll geschehen muss. Beim Lernerfolg ist nicht das Maß an Erfahrungen oder Übungen entscheidend, sondern, wie oft sich die Lernenden aktiv mit dem Stoff beschäftigt und bewusst angestrengt haben, um ihre Leistungen zu verbessern. Außerdem behauptet Hattie, dass die Häufigkeit einen größeren Einfluss auf den Lernerfolg hat, als die Zeit, die man mit Übungen verbringt.

6. Empirische Untersuchung

Es ist ein altbekanntes Problem: Es gibt zahlreiche interessante Gebiete im Fach Mathematik, welche man als Lehrperson gerne behandeln würde, aber es fehlt schlicht und einfach die Zeit, weil einige Schüler und Schülerinnen noch mit den Grundlagen eines Themas hadern.

Besonders im Mathematikunterricht ist es wichtig, sich vor Augen zu halten, dass es keine homogenen Lerngruppen gibt. Verständnisdefizite werden sofort in Form von Misserfolgen sichtbar und gefährden fortschreitendes Lernen. Was ist nun also die Lösung des Problems? Man sollte sich von der Vorstellung befreien, dass Mathematik am besten in Form von linear angelegten Lernsequenzen zu vermitteln sei und von allen Lernenden der Klasse gemeinsam durchlaufen werden muss. Diese linearen Planungskonzepte sollten ersetzt oder zumindest ergänzt werden.

Wichtig ist es hierbei, dass Schüler und Schülerinnen nicht als Objekte betrachtet werden. Man sollte sie stattdessen als Lernende betrachten, denen man die Gelegenheit gibt, aus einem flexibel angelegten Lernangebot auszuwählen (Ahlring 2002).

6.1. Grundlagen für die empirische Untersuchung

Wie im theoretischen Teil dieser Diplomarbeit schon ausführlich diskutiert, unterscheiden sich Schüler und Schülerinnen in vielerlei Hinsichten. Somit scheint es wichtig zu sein, dass Lehrer und Lehrerinnen ihren Unterricht so gestalten, dass es viele Differenzierungsmöglichkeiten gibt.

Ein Prinzip, dass es Lernenden gestattet, selbstständig zu üben, wurde von Dipl.-Ing. Edgar Neuherz entworfen. Er entwickelte die „Neo-Lernhilfen OG“²⁸. Der Leitsatz von Edgar Neuherz ist, dass man Beispiele zuerst verstehen und dann regelmäßig anwenden muss. Wissen bleibt nur dann dauerhaft, wenn regelmäßig geübt wird. „Neo-Lernhilfen OG“ ist eine Online-Plattform, die jeden Tag neue Aufgaben im

²⁸www.neo-lernhilfen.at, Abruf am: 30. April 2016

Themenbereich Mathematik offeriert. Sie wurde für Schüler und Schülerinnen konzipiert, um sie beim Üben und eigenverantwortlichen Lernen zu unterstützen. Hierbei können die Lernenden gezielt jene Themenbereiche trainieren, bei denen sie Probleme haben. Es werden digitale Lernunterlagen angeboten, welche detaillierte und nachvollziehbare Lösungswege, Grafiken und Tabellen enthalten. Natürlich können diese auch heruntergeladen und ausgedruckt werden.

Der „neo Lernprozess“ gestaltet sich wie folgt:

- **Informationsvermittlung:** durch den Lehrer bzw. die Lehrerin im Unterricht.
- **Lernbeispiele finden:** in der „Neo-Lernhilfen OG“ Beispielsammlung. Diese werden nach Themen, Schultypen oder Jahrgängen sortiert.
- **Umsetzung des Gelernten:** durch Üben mit diesen Lernbeispielen.
- **Unsicherheiten korrigieren:** anhand der detaillierten Lösungswege.
- **Wiederholen von Beispielen:** mit täglich neu generierten Aufgaben.
- **Lernerfolg:** bessere Noten durch mehr Sicherheit, Verständnis und Routine im Bearbeiten von mathematischen Aufgaben²⁹.

Die empirische Untersuchung testet das Prinzip des individuellen Übens und untersucht, inwiefern das individuelle Üben Leistungssteigerungen hervorbringt und wie diese individuellen Beispiele bei Schülern und Schülerinnen ankommen.

6.1.1. Hypothesenbildung

Diese Arbeit soll aufzeigen, dass eine Leistungssteigerung in einer Klasse erzielt werden kann, indem Schüler und Schülerinnen individuell üben und ihnen somit ein optimaler Zugang zu mathematischen Themen ermöglicht werden kann. Speziell im Mathematikunterricht können simple Differenzierungsmaßnahmen, wie z.B. auf das individuelle Lerntempo und den unterschiedlichen Leistungsstand der Schüler und Schülerinnen eingehen, eine bedeutende Verbesserung initiieren. Um zu überprüfen, ob sich die Schüler und Schülerinnen verbessern, werden sie in eine Versuchs- und Kontrollgruppe eingeteilt, wobei die Versuchsgruppe mit den individuellen Beispielen arbeitet. Es werden ein Pre- und ein Posttest in beiden Gruppen durchgeführt. Anschließend werden die Ergebnisse verglichen.

²⁹www.neo-lernhilfen.at, Abruf am: 30. April 2016

Um die Forschungsfragen, welche bereits in Kapitel 1 „Einleitung“ vorgestellt wurden zu beantworten, werden folgende Hypothesen aufgestellt:

Die erste Hypothese H_1 geht davon aus, dass sich die individuellen Leistungen der Schüler und Schülerinnen verbessern, wenn sie sich gezielt mit verschiedenen Beispielen beschäftigen und vor allem jene üben, bei denen sie Probleme haben:

Die individuellen Leistungen der Schüler und Schülerinnen der Versuchsgruppe haben sich nach der Bearbeitung von individuellen Übungen verbessert.

Es ergibt sich die zweite Hypothese H_2 , ausgehend von der Überlegung, dass die Versuchsklasse nach individueller Beschäftigung mit einem Thema, bessere Leistungen als die Kontrollklasse erzielt:

Schüler und Schülerinnen der Versuchsgruppe lösen nach der Bearbeitung von individuellen Übungen mathematische Aufgabenstellungen besser als Schüler und Schülerinnen der Kontrollklasse.

Bei der dritten Hypothese H_3 wird angenommen, dass Schüler und Schülerinnen es favorisieren, Beispiele zu üben, bei denen sie Probleme haben und somit das Prinzip der individuellen Übungen annehmen:

Individuelle Übungen werden von den Schülern und Schülerinnen angenommen.

Die vierte Hypothese H_4 möchte bestätigen, dass Schüler und Schülerinnen, welche sich für Mathematik interessieren, eher das Angebot von individuellen Beispielen nutzen würden:

Individuelle Übungen werden eher von Schülern und Schülerinnen, welche sich für Mathematik interessieren, angenommen.

Ziel der fünften Hypothese H_5 ist es zu überprüfen, ob Schüler und Schülerinnen mit schwächerer Leistung, das Angebot von individuellen Übungen in Anspruch nehmen würden:

Individuelle Übungen werden von leistungsschwachen Schülern und Schülerinnen angenommen.

6.1.2. Methoden

Bei der Wahl der Art der Forschung wurden die deskriptive Untersuchung und die Evaluationsstudie gewählt.

6.1.2.1. Evaluationsstudien

Das Ziel von Evaluationsstudien ist, die Wirksamkeit von neu eingeführten Maßnahmen zu vergleichen. Sie erfordern ein Längsschnittdesign. Das bedeutet, dass für die Wirksamkeitsüberprüfung eine Vorher-Nachher-Messung erforderlich ist.

Die Art der Untersuchungsmethode setzt sich aus experimentellem Design und Längsschnittdesign zusammen. Bei dem experimentellen Design werden bei einer Messung zwei Gruppen gebildet. Die Personen werden entweder der Versuchs- oder der Kontrollgruppe zugeordnet. Das Längsschnittdesign untersucht Veränderungen indem mehrere, zeitlich gestaffelte Untersuchungen zu einem Themenkomplex erfolgen.

Die Datenerhebung erfolgt mittels schriftlicher Leistungsbeurteilungen in Form von Tests. Um die Ergebnisse auszuwerten wurden deskriptive Verfahren wie Mittelwert, Standardabweichung, Median und Interquartilsabstand verwendet und Verfahren zur Analyse ordinalskalierten Daten verwendet (Baur und Blasius 2014).

6.1.2.2. Deskriptive Statistiken

Die deskriptive Untersuchung wird durchgeführt, um eine umfassende Beschreibung eines definierten Untersuchungsgebiets zu erhalten. Bei der Art der Untersuchungsmethode habe ich mich für ein Querschnittsdesign entschieden. Das bedeutet, dass die Datenerhebung nur einmalig vorgenommen wird.

Die Datenerhebung erfolgt mittels standardisierter schriftlicher Befragungen. Der überwiegende Teil der Fragen wird mit vorgegebenen Antwortkategorien in festgelegter Reihenfolge gestellt. Man bezeichnet diese auch als geschlossene Fragen. Eine Hybridfrage befindet sich unter der Rubrik „Sonstige Methoden“. Sie gibt den Teilnehmern und Teilnehmerinnen die Möglichkeit nicht vorhergesehene Antworten zu geben (Baur und Blasius 2014). Bei der Beantwortung der Fragen wird auf eine gerade Anzahl der Antwortmöglichkeiten geachtet, da die Probanden und Probandinnen somit gezwungen werden, sich für eine positive oder negative Antwort zu entscheiden (Mummendey und Grau 2008). Der Fragebogen beinhaltet darüber hinaus Fragen mit Mehrfachantwortmöglichkeiten. Die Ergebnisse wurden mittels

deskriptiver Verfahren in Form von Tabellen und Diagrammen ausgewertet. Um die Ergebnisse der Fragebögen zu bestätigen, wurden außerdem mündliche qualitative Interviews geführt.

6.1.3. Schema der Auswertung

Für die Datenauswertung wird der arithmetische Mittelwert \bar{x} verwendet, welcher nach folgender Formel berechnet wird:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \text{wobei}$$

n ... Anzahl der Werte

x_i ... Wert i der Variablen X

(Sedlmeier und Renkewitz 2013: 187)

Die Standardabweichung s^2 und Varianz $s = \sqrt{s^2}$ geben Auskunft über die Streuung und werden folgendermaßen definiert:

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad \text{wobei}$$

n ... Anzahl der Werte

x_i ... Wert i der Variablen X

\bar{x} ... Mittelwert

(Sedlmeier und Renkewitz 2013: 190)

Weiters werden die Quantile berechnet, um die Ergebnisse mittels Box-Plot darstellen zu können. Der Median (Q_{50}) und das untere (Q_{25}) und obere Quantil (Q_{75}) zerlegen eine geordnete Liste in vier gleich große Teile (Sedlmeier und Renkewitz 2013: 188). Um die Streuung der Quantile anzugeben, wird der Interquartilsabstand (QA) berechnet. Er umfasst circa 50% der Werte in der Mitte der Verteilung und gibt den Abstand zwischen Q_{75} und dem Q_{25} an (Sedlmeier und Renkewitz 2013: 191).

Es gilt:

$$QA = Q_{75} - Q_{25}, \quad \text{wobei}$$

Q_{75} ... oberes Quantil

Q_{25} ... unteres Quantil

Mit Hilfe von Box-Plots werden die Lage- und Streuungsmaße grafisch dargestellt. Es enthält den minimal und maximal erreichten Wert und die einzelnen Quantile und liefert eine gute Zusammenfassung der Werteverteilung (Sedlmeier und Renkewitz 2013: 184). Anhand der Lage und Breite der Boxen lässt sich erkennen, ob es in den Daten einen deutlichen Unterschied gibt³⁰.

6.1.3.1. Vergleich von zwei Stichproben

Um Stichproben miteinander zu vergleichen, gibt es einige Tests, für die unterschiedliche Bedingungen erfüllt sein müssen (s. Abb. 6.1). Zuerst wird überprüft, ob die Daten miteinander verbunden sind oder nicht. Anschließend wird ein Test auf Normalverteilung durchgeführt. Erfüllen die ausgewerteten Daten alle Voraussetzungen eines Tests, so entscheidet man sich für diesen. Alle Tests geben die zugehörige Teststatistik und die Asymptotische-Signifikanz zurück. Ist diese kleiner 0,05, so gibt es einen signifikanten Unterschied (signifikant auf dem Niveau 0,05). Ist diese größer als 0,05, so kann kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden. Das bedeutet jedoch nicht, dass kein Unterschied vorliegt³¹.

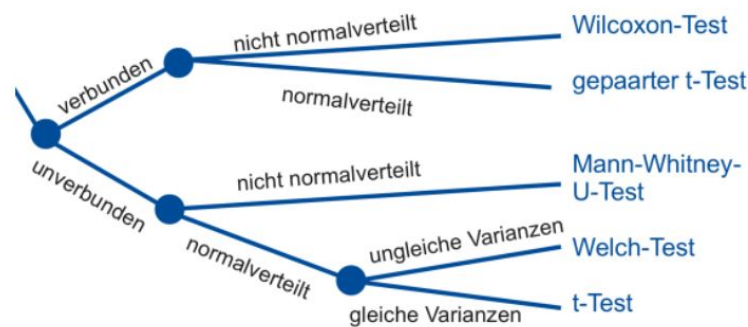


Abb. 6.1.: Testarten³²

Test auf Normalverteilung

Mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest werden vorliegende Daten auf Normalverteilung überprüft. Er ist die einzige Möglichkeit, um eine Normalverteilung statistisch „sauber“ nachzuweisen³³. Man vergleicht hierfür die beobachtete, sich steigernde Verteilungsfunktion für eine Variable, mit der Verteilungsfunktion einer

³⁰<http://www.statistik-und-beratung.de/2013/07/statistischer-vergleich-von-zwei-gruppen/>, Abruf am: 05. Mai 2016

³¹ebda., Abruf am: 05. Mai 2016

³²ebda., Abruf am: 05. Mai 2016

³³<http://marktforschung.wikia.com/wiki/Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest>, Abruf am: 05. Mai 2016

Normalverteilung. Dann wird getestet, ob die Beobachtung wahrscheinlich aus der angegebenen Verteilung stammt³⁴. Dieser Test gibt eine Asymptotische-Signifikanz zurück. Umso größer diese Wahrscheinlichkeit ausfällt, umso eher ist von einer tatsächlichen Normalverteilung der Werte auszugehen³⁵.

Auch mit dem Histogramm kann man Daten auf Normalverteilung testen. Hier werden die Daten mittels Säulen grafisch dargestellt und mit einer hypothetischen Normalverteilungskurve verglichen. Gibt es große Unterschiede zwischen den Balken und der hypothetischen Normalverteilungskurve, so ist davon auszugehen, dass die Daten nicht normalverteilt sind³⁶.

Da keine Normalverteilung der erhobenen Daten vorliegt, erfolgt der Vergleich von zwei Stichproben mittels Wilcoxon-Test und U-Test von Mann-Whitney.

Wilcoxon-Test

Mit dem Wilcoxon-Test werden zwei abhängige Stichproben hinsichtlich einer abhängigen Variable auf signifikante Unterschiede überprüft. Wären die Daten normalverteilt, so könnte man auch einen t-Test für abhängige Variablen durchführen.

Der erste Schritt im Wilcoxon-Test besteht darin, die Differenzen d_i für jedes Messwertepaar zu berechnen. Anschließend werden die Absolutwerte der Differenzen in eine Rangreihe gebracht, wobei jene Ränge mit dem selteneren Vorzeichen gekennzeichnet werden. Die Summe der Rangplätze mit dem selteneren Vorzeichen wird mit T gekennzeichnet, die Summe der Rangplätze mit dem häufigeren Vorzeichen mit T' .

Anschließend wird der Mittelwert μ_T und der Standardfehler des T-Werts σ_T berechnet:

$$\mu_T = \frac{n(n+1)}{2}, \quad \text{wobei}$$

n ... Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen der Stichproben

(Bortz 1999: 149f)

³⁴http://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SSLVMB_21.0.0/com.ibm.spss.statistics.help/idh_ntk1.htm?lang=de, Abruf am: 05. Mai 2016

³⁵<http://marktforschung.wikia.com/wiki/Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest>, Abruf am: 05. Mai 2016

³⁶<https://www.univie.ac.at/ksa/elearning/cp/quantitative/quantitative-60.html>, Abruf am: 05. Mai 2016

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}^{37}, \quad \text{wobei}$$

n ... Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen der Stichproben

Da bei größeren Stichproben der T-Wert annähernd normalverteilt ist, kann er in einen standardisierten z-Wert umgerechnet werden und für die Signifikanzüberprüfung verwendet werden.

Die Formel dafür lautet:

$$z = \frac{T - \mu_T}{\sigma_T}$$

T ... T-Wert mit dem selteneren Vorzeichen

μ_T ... Mittelwert

σ_T ... Standardfehler

Für den z-Wert spielt es keine Rolle, ob man T oder T' verwendet. Die Entscheidung über die Signifikanz des z-Werts kann mit Hilfe der Standardnormalverteilungstabelle vorgenommen werden (Bortz 1999: 149f). Die Nullhypothese wird verworfen und die Alternativhypothese angenommen, wenn das Signifikanzniveau $\alpha < 5\%$ ist (Raithel 2008).

U-Test von Mann-Whitney

Mit dem U-Test von Mann-Whitney werden zwei unabhängige Stichproben hinsichtlich einer abhängigen Variable auf signifikante Unterschiede überprüft. Wären die Daten normalverteilt, so könnte man auch man auch einen t-Test für unabhängige Variablen durchführen.

Der erste Schritt im U-Test besteht darin, die Messwerte aus beiden Stichproben in eine gemeinsame Rangreihe zu bringen und jedem Messwert einen entsprechenden Rangplatz zuzuordnen. Für jede Stichprobe werden getrennt die Rangsummen berechnet und daraus der U-Wert berechnet.

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - T_1, \quad \text{wobei}$$

n_1 ... Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen in Stichprobe 1

n_2 ... Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen in Stichprobe 2

T_1 ... Rangsumme der Stichprobe 1

³⁷http://mars.wiwi.hu-berlin.de/mediawiki/mmstat_de/index.php/Tests_-_AQM-Wilcoxon, Abruf am: 04. Mai 2016

Anschließend wird der Mittelwert μ_U und der Standardfehler des U-Werts σ_U berechnet:

$$\mu_U = \frac{n_1 n_2}{2}, \quad \text{wobei}$$

n_1 ... Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen in Stichprobe 1

n_2 ... Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen in Stichprobe 2

$$\sigma_U = \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}, \quad \text{wobei}$$

n_1 ... Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen in Stichprobe 1

n_2 ... Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen in Stichprobe 2

Da bei größeren Stichproben der U-Wert annähernd normalverteilt ist, kann er in einen standardisierten z-Wert umgerechnet werden und für die Signifikanzüberprüfung verwendet werden. Die Formel dafür lautet:

$$z = \frac{U - \mu_U}{\sigma_U}, \quad \text{wobei}$$

U ... U-Wert

μ_U ... Mittelwert

σ_U ... Standardfehler

Die Entscheidung über die Signifikanz des z-Werts kann mit Hilfe der Standardnormalverteilungstabelle vorgenommen werden (Sedlmeier und Renkewitz 2013: 570f). Die Nullhypothese wird verworfen und die Alternativhypothese angenommen, wenn das Signifikanzniveau $\alpha < 5\%$ ist (Raithel 2008).

6.1.3.2. Fragebogenauswertung

Um die Fragebogen auszuwerten, wird besonders auf die Vollständigkeit und Eindeutigkeit der Daten Wert gelegt. Werden mehr als 25% der Fragen nicht eindeutig oder nicht vollständig beantwortet, so wird dieser Fragebogen aus der Analyse herausgenommen.

Um die Rohdaten in eine messbare Form zu bringen, werden diese mittels Kodierung in Antwortkategorien eingeteilt. Dazu wird jeder Kategorie ein entsprechender Zahlenwert, Wahrheitswert oder eine Variable zugeschrieben. Überschneidungen dieser sind je nach Antworttyp möglich. Mit folgendem Kodierungsplan wird eine Übersicht über die Zuordnungen gegeben:

Kodierungsplan

Die Frage nach dem Geschlecht der Schüler und Schülerinnen, wird wie folgt kodiert: Der Eigenschaft weiblich wird die Variable w , der Eigenschaft männlich die Variable m zugeordnet (s. Tab. 6.1).

Tab. 6.1.: Kodierung der Frage nach dem Geschlecht

männlich	weiblich
m	w

Um festzustellen, wie lang die befragten Teilnehmer und Teilnehmerinnen in Österreich leben, werden die angegebenen Daten in drei Kategorien eingeteilt. Es wird zwischen Personen, welche „1 - 5 Jahre“, „6 - 10 Jahre“ oder „11 - 15 Jahre“ in Österreich leben, unterschieden. Den einzelnen Kategorien wird ein Wert zugewiesen. Dieser ist aus Tabelle 6.2 zu entnehmen.

Tab. 6.2.: Kodierung der Frage über den Aufenthalt in Österreich

1 - 5 Jahre	6 - 10 Jahre	11 - 15 Jahre
3	2	1

Den Antwortmöglichkeiten der „Ja/Nein“, bzw. der „Trifft zu/Trifft nicht zu“ Fragen wird jeweils ein Wahrheitswert zugeordnet. Die positiven Antworten („Ja“ und „Trifft zu“) erhalten den Wert *WAHR*, die negativen Antworten („Nein“, „Trifft nicht zu“) erhalten den Wert *FALSCH* (s. Tab. 6.3, Tab. 6.4).

Tab. 6.3.: Kodierung der „Trifft zu/Trifft nicht zu“ Fragen

trifft zu	trifft nicht zu
WAHR	FALSCH

Tab. 6.4.: Kodierung der „Ja/Nein“ Fragen

ja	nein
WAHR	FALSCH

Bei Fragen mit vier Antwortmöglichkeiten erhalten die einzelnen Kategorien Zahlenwerte. „Trifft völlig zu“ wird mit 4, „Trifft eher zu“ mit 3, „Trifft wenig zu“ mit 2 und „Trifft nicht zu“ mit 1 kodiert (s. Tab. 6.5).

Tab. 6.5.: Kodierung der Fragen mit vier Antwortmöglichkeiten

trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft wenig zu	trifft nicht zu
4	3	2	1

Den Kategorien der Frage über die Zeit, die für Mathematikhausübung benötigt wird, werden folgende Zahlenwerte zugewiesen: „< 20min“ erhält den Wert 3, „20min - 40min“ den Wert 2 und „> 40min“ den Wert 1 (s. Tab. 6.6).

Tab. 6.6.: Kodierung der Frage über die Zeit, die für Mathematikhausübung benötigt wird

< 20min	20min - 40min	> 40min
3	2	1

Die Schulnoten werden entsprechend der Notenskala der Schule kodiert. So wird „Sehr gut“ mit dem Wert 1, „Gut“ mit dem Wert 2, „Befriedigend“ mit dem Wert 3, „Genügend“ mit dem Wert 4 und „Nicht genügend“ mit dem Wert 5 versehen (s. Tab. 6.7).

Tab. 6.7.: Kodierung der Frage über die Noten

Sehr gut	Gut	Befriedigend	Genügend	Nicht genügend
1	2	3	4	5

Bei Fragen mit Mehrfachantworten, werden die einzelnen Punkte getrennt voneinander betrachtet. Jeder gewählte Punkt wird mit *WAHR*, jeder ausgelassene Punkt mit *FALSCH* bewertet.

Für die Datenanalyse wird die deskriptive Methode verwendet. Es werden die absoluten und relativen Häufigkeiten bestimmt und Diagramme erstellt, um die Daten auszuwerten (Häder 2010).

6.1.4. Technische Hilfsmittel

Für die Datenaufbereitung und -auswertung werden die Programme Excel, Access und die Analysesoftware SPSS verwendet.

Die Ergebnisse der einzelnen Tests werden mit Hilfe des Programms Excel in Tabellen eingetragen. Anschließend werden diese Tabellen in das Statistikprogramm SPSS importiert. Es wird eine „Explorative Datenanalyse“ durchgeführt, bei der

Mittelwert, Standardabweichung, Median und Interquartilsbereich berechnet werden. Diese berechneten Daten werden außerdem mit dem Programm Excel auf ihre Korrektheit überprüft. Auch das Box-Plot wird mittels SPSS generiert. Anschließend werden mit diesem Programm der Wilcoxon-Test und der U-Test von Mann-Whitney durchgeführt.

Um die Daten der Fragebogen zu digitalisieren, werden sie unter Zuhilfenahme des Programms Access eingetragen. Hierbei wird für jeden erhaltenen Fragebogen eines Teilnehmers bzw. einer Teilnehmerin ein eigener Datensatz generiert. Um die Datensätze unter einem gewissen Aspekt zu betrachten, werden Abfragen durchgeführt. Die Daten werden anschließend in das Programm Excel importiert. Hier werden absolute und relative Häufigkeiten sowie Diagramme generiert.

6.1.5. Zielgruppe

Die empirischen Untersuchungen für diese Diplomarbeit wurden an den Schulen NMS St. Michael im Burgenland³⁸ und Bundesrealgymnasium Keplerstraße Graz in der Steiermark³⁹ im April 2016 durchgeführt. Um das Konzept der individuellen Übungen im Fach Mathematik zu testen, wurden hierfür zwei 2. Klassen des BRG Keplerstraße Graz, zwei 4. Klassen des BRG Keplerstraße Graz und zwei 4. Klassen der NMS St. Michael gewonnen. Insgesamt umfasste die Stichprobe für diese Studie 119 Schüler und Schülerinnen aus zwei Schulen und sechs unterschiedlichen Klassen (s. Tab. 6.8).

Tab. 6.8.: Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen der verschiedenen Klassen

Schule	BRG Keplerstraße Graz				NMS St. Michael		Summe	
	Klasse	2a	2c	4a	4b	4a		4k
Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen		25	28	21	25	10	10	119

Die beiden 2. Klassen des BRG Keplerstraße Graz werden von Mag.^a Ulrike Korp unterrichtet. In die 2a Klasse gehen 25 Schüler und Schülerinnen. Die 2c Klasse wird ausschließlich von Burschen besucht - insgesamt sind es 28 Schüler.

Die 4a des BRG Keplerstraße Graz wird von Mag.^a Christa Moser gelehrt und fasst insgesamt 21 Schüler und Schülerinnen. Mag.^a Ulrike Korp unterrichtet auch in der 4b Klasse des BRG Keplerstraße Graz, welche aus 25 Schülern und Schülerinnen besteht.

³⁸<http://www.nms-stmichael.at/>, Abruf am: 30. April 2016

³⁹<http://www.brgkepler.at/www/>, Abruf am: 30. April 2016

In der NMS St. Michael ist Dipl.-Päd.ⁱⁿ Elisabeth Wagner die Mathematiklehrerin der 4a, welche sich aus zehn Schülern und Schülerinnen zusammensetzt. Die 4k der NMS St. Michael wird von Dipl.-Päd.ⁱⁿ Margarethe Lendl unterrichtet, welche ebenfalls aus zehn Schüler und Schülerinnen gebildet wird.

Die beiden untersuchten Schulen unterscheiden sich in einigen Punkten:

- **Standort:** Der Standort des Keplergymnasiums ist inmitten der Großstadt Graz, wohingegen sich die NMS St. Michael in einer ländlichen Umgebung im Bezirk Güssing im Burgenland befindet.
- **Schultyp:** Das BRG Keplerstraße Graz ist ein Bundesrealgymnasium und umfasst somit acht Schulstufen mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt. Die NMS St. Michael ist eine Neue Mittelschule, welche sich aus vier Schulstufen zusammensetzt, mit Schwerpunkten in Sprachen (Kroatisch und Englisch) und E-Learning.
- **Schülerzahl:** In das Keplergymnasium gehen durchschnittlich 395 Schüler und Schülerinnen in die Unterstufe. Die NMS St. Michael wird jedoch nur von 116 Schülern und Schülerinnen besucht. Somit ist die Schülerzahl im Keplergymnasium deutlich höher als in der NMS St. Michael.
- **Klassengröße:** Natürlich spiegeln sich die unterschiedlichen Schülerzahlen auch in den Klassengrößen wider. So sitzen in den Klassen des Keplergymnasiums durchschnittlich 25 Schüler und Schülerinnen, in der NMS St. Michael hingegen im Durchschnitt zehn Schüler und Schülerinnen.

6.1.6. Versuchsablauf

Um zwei Klassen miteinander zu vergleichen, wurden sie in eine Kontroll- und in eine Versuchsgruppe eingeteilt. Es wird mit beiden Klassen ein Einstiegstest durchgeführt. Daraufhin erhält die Versuchsgruppe Zugang zu einem Aufgabenpool. Die Kontrollklasse erhält jedoch vorgegebene Beispiele. Nach einer Woche wird von den Schülern und Schülerinnen beider Klassen ein Abschlusstest absolviert. Abschließend werden die Ergebnisse beider Klassen verglichen und untersucht, ob die Versuchsgruppe eine Leistungssteigerung gegenüber der Kontrollklasse aufweist.

Um zu überprüfen, wie gut das Prinzip des individuellen Übens bei den Schülern und Schülerinnen der Versuchsgruppe angekommen ist, werden Fragebögen ausgegeben. Außerdem wird mit zwei Lernenden der Versuchsgruppe ein Interview durchgeführt.

Der Versuchsablauf gestaltete sich generell wie folgt:

Jede Klasse wurde im Vorfeld darüber informiert, dass sie Teilnehmer und Teilnehmerinnen einer Studie für eine Diplomarbeit sind. Sie wurden außerdem darüber aufgeklärt, dass die Ergebnisse der Tests keinen Einfluss auf ihre Mathematiknote in der Schule haben. Die Fragebögen erhielten nur die Versuchsgruppen. Bevor diese ausgeteilt wurden, wurde mehrmals auf die Anonymität hingewiesen.

Da die Seite „Neo-Lernhilfen OG“ kostenpflichtig ist, erklärte sich Dipl.-Ing. Edgar Neuherz dazu bereit, für diese Arbeit Offline-Beispiele zu generieren.

6.1.6.1. 2. Klassen des BRG Keplerstraße Graz

Für die zweite Klasse des BRG Keplerstraße Graz wurde das Thema „Dreiecke“ ausgewählt. Dieser Stoff wurde zur selben Zeit im Unterricht behandelt. Es wurden insgesamt 144 Aufgaben der Teilgebiete SSS, WSW, SWS, SSW, Höhenschnittpunkt, Umkreismittelpunkt, Inkreismittelpunkt, Schwerpunkt und Eulersche Gerade und deren Lösungen erstellt.

Diese Beispiele wurden in einem Ordner „Dreiecke“ gespeichert. Dieses Verzeichnis gliederte sich in die beiden Unterordner „Beispiele“ und „Lösungen“. Sowohl in „Beispiele“ als auch in „Lösungen“ befanden sich weitere Unterordner (SSS, WSW, SSW, Höhenschnittpunkt, Umkreismittelpunkt, Innkreismittelpunkt, Schwerpunkt und Eulersche Gerade). Jedes dieser Verzeichnisse, beinhaltete 16 PDFs mit Beispielen. Die Aufgabenstellung dieser 16 PDFs in einem Ordner war in jedem Dokument identisch. Sie unterscheiden sich nur durch unterschiedliche Zahlenwerte in der Angabe. Das Verzeichnis „Dreiecke“ wurde auf einen Dropbox-Ordner (= Online-Datenspeicherung) gestellt, damit der permanente Zugriff für alle Schüler und Schülerinnen der Versuchsgruppe auf diese Übungen garantiert werden konnte.

Der erste Test wurde in beiden Klassen am selben Tag durchgeführt. Die 2a Klasse wurde als Kontrollgruppe und die 2c Klasse als Versuchsgruppe ausgewählt. Die 2a Klasse erhielt ausgewählte Beispiele der Teilgebiete des Dreiecks des Dropbox-Ordners in ausgedruckter Form. Diese sollten sie in der Unterrichtseinheit bearbeiten. Danach erhielten sie weitere Beispiele, die sie innerhalb einer Woche als Hausübung bearbeiten sollten.

Die 2c Klasse erhielt den Zugang zu den 144 PDFs im Computerraum. Sie wurden dazu instruiert, sich alle Beispiele durchzusehen, um dann jene auszuwählen und auszudrucken, die sie gern bearbeiten möchten. Hier arbeiteten die Schüler eine Unterrichtsstunde lang individuell an den Beispielen. Danach erhielten sie den Auftrag, eine Woche lang beliebig viele Beispiele aus diesem Dropbox-Ordner zu

üben. Abschließend wurde nach einer Woche der zweite Test mit beiden Klassen durchgeführt. Die Schüler der 2c Klasse erhielten nach dem Test einen Fragebogen. Außerdem wurden zwei Schüler dieser Klasse interviewt. Die exakte zeitliche Durchführung ist auch in Tabelle 6.9 ersichtlich.

Tab. 6.9.: Zeitplan 2. Klassen Keplerstraße Graz

12. April:	1. Test mit beiden Klassen 2a Aufgaben in Unterrichtseinheit 2a Aufgaben als HÜ bis 19. April
13. April:	2c Computerraum 2c Aufgaben bis 19. April
21. April:	2. Test mit beiden Klassen 2c Umfrage

6.1.6.2. 4. Klassen des BRG Keplerstraße Graz

Das Thema „Lineare Funktionen“ wurde für die beiden 4. Klassen ausgesucht. Hier wurden insgesamt 160 Aufgaben und deren Lösungen generiert. Die Schwerpunkte bei den Aufgaben lagen im Ergänzen von Wertetabellen, Steigungen abzulesen und zu zeichnen und Funktionsgleichungen aufzustellen und zu konstruieren.

Diese Beispiele wurden in einem Ordner „Lineare Funktionen“ gespeichert. Dieses Verzeichnis gliederte sich in die beiden Unterordner „Beispiele“ und „Lösungen“. Sowohl in „Beispiele“ als auch in „Lösungen“ befanden sich zehn weitere Unterordner, die mit den Namen „BSP01“ bis „BSP10“ versehen wurden. Jedes dieser Verzeichnisse, beinhaltete 16 PDFs mit Beispielen. Die Aufgabenstellung dieser 16 PDFs in einem Ordner war in jedem Dokument identisch. Sie unterscheiden sich nur durch unterschiedliche Zahlenwerte in der Angabe. Auch das Verzeichnis „Lineare Funktionen“ wurde auf einen Dropbox-Ordner gestellt.

In den 4. Klassen des BRG Keplerstraße Graz wurde die 4a Klasse als Kontrollgruppe und die 4b Klasse als Versuchsgruppe ausgewählt. Der erste Test wurde in der 4a Klasse einen Tag vor der 4b Klasse durchgeführt. Anschließend erhielt die 4a Klasse ausgedruckte Aufgaben der PDFs, welche sie bis zum darauffolgenden Tag bearbeiten sollten. Am nächsten Tag schrieb die 4b Klasse den ersten Test. In der darauffolgenden Mathematikstunde erhielt die 4a Klasse weitere Aufgaben, für deren Bearbeitung sie eine Woche Zeit hatten.

Am selben Tag erhielt die 4b Klasse den Zugang zu den 160 PDFs im Computerraum. Sie wurden dazu instruiert, sich alle Beispiele durchzusehen, um dann jene

auszuwählen und auszudrucken, die sie gern bearbeiten möchten. Die Schüler und Schülerinnen arbeiteten eine Unterrichtsstunde individuell an den Beispielen. Auch sie erhielten danach den Auftrag eine Woche lang beliebig viele Beispiele aus dem Dropbox-Ordner zu üben. Nach einer Woche wurde abschließend der zweite Test mit beiden Klassen durchgeführt. Die 4b Klasse erhielt außerdem noch einen Fragebogen und ein Interview wurde mit zwei Mädchen aus dieser Klasse geführt. Aus Tabelle 6.10 ist der genaue zeitliche Ablauf zu entnehmen.

Tab. 6.10.: Zeitplan 4. Klassen Keplerstraße Graz

13. April:	4a 1. Test + (Schul)Aufgaben bis 18. April
14. April:	4b 1. Test
18. April:	4b Computerraum 4b Aufgaben bis 25. April 4a Aufgaben bis 25 April
25. April:	2. Test mit beiden Klassen 4b Umfrage

6.1.6.3. 4. Klassen der NMS St. Michael

In der NMS St. Michael wurde die 4a Klasse als Kontrollgruppe ausgewählt und die 4k Klasse als Versuchsgruppe. Hier wurden die 160 PDFs in den verschiedenen Ordnern mit der Onlineplattform LMS⁴⁰ verfügbar gemacht. Der erste Test wurde in diesen Klassen im Rahmen von drei ausgewählten Beispielen bei einer Schularbeit absolviert. Anschließend bekam die Kontrollklasse wieder ausgedruckte Beispiele und die Versuchsgruppe erarbeitete individuell Beispiele im Computerraum. Beide Klassen hatten etwas mehr als eine Woche Zeit, um die Beispiele zu üben. Abschließend fand die zweite Überprüfung statt. Die 4k Klasse erhielt einen Fragebogen und zwei Schülerinnen dieser Klasse wurden befragt. Der genaue zeitliche Ablauf ist in Tabelle 6.11 ersichtlich.

Tab. 6.11.: Zeitplan 4. Klassen NMS St. Michael

16. April:	Schularbeit
5. April:	4k Computerraum
6. April:	4a Aufgaben in Unterrichtseinheit 4a Aufgaben als HÜ bis 15. April
15. April:	2. Test mit beiden Klassen
19. April:	4k Umfrage

⁴⁰<https://lms.at/>, Abruf am: 30. April 2016

6.2. Ergebnisse der empirischen Untersuchung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der empirischen Untersuchung in zwei Teilen vorgestellt: Den Auswertungen der schriftlichen Überprüfungen und den Fragebogenauswertungen.

6.2.1. Überprüfungen

Dieser Absatz widmet sich der Auswertung der schriftlichen Ergebnisse. Die zugehörigen Versuchs- und Kontrollgruppen werden zunächst jeweils einzeln betrachtet und anschließend wird ein Zwischenresümee gezogen.

6.2.1.1. Vergleich des ersten und zweiten Tests der Versuchsgruppen

Die erste Hypothese wird mittels Mittelwert \bar{x} , Standardabweichung s , Quantile Q_{25} , Q_{50} , Q_{75} und Halbweite QA überprüft. Außerdem wird ein Wilcoxon-Test durchgeführt.

Zunächst werden die Ergebnisse des ersten und zweiten Tests der Versuchsgruppe untersucht. Schüler und Schülerinnen, welche nur an einem Test teilgenommen haben, wurden aus der Wertung ausgenommen. Für die Untersuchung werden die Punkte zuerst klassenweise tabellarisch dargestellt. Jedem Schüler und jeder Schülerin wurde zufällig eine Nummer zugewiesen. Auf den Tabellen ist die Punkteanzahl, die jeder Schüler und jede Schülerin erreicht hat und deren prozentualer Anteil ersichtlich. Die erreichten Punkte werden mittels Säulendiagramm und Box-Plot grafisch dargestellt. Alle ermittelten statistischen Werte werden mit Hilfe einer Tabelle aufgelistet. Abschließend wird der Wilcoxon-Test durchgeführt.

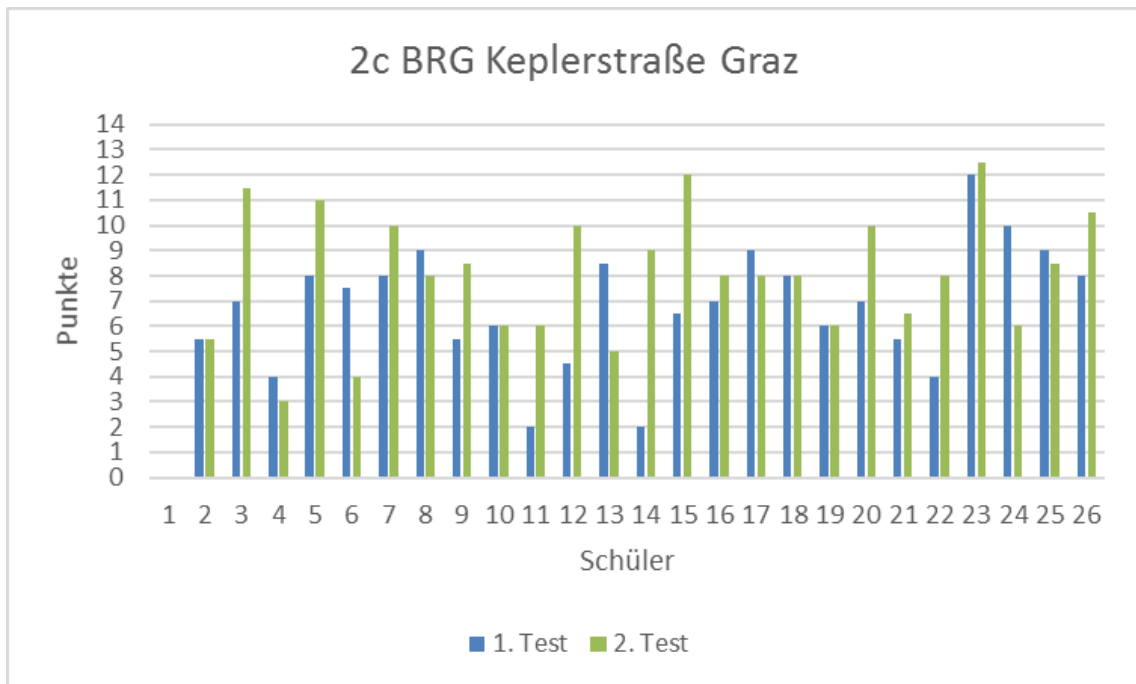
Hypothese H_1 :

Die individuellen Leistungen der Schüler und Schülerinnen der Versuchsgruppe haben sich nach der Bearbeitung von individuellen Übungen verbessert.

2c Klasse Keplergymnasium

Sowohl bei dem ersten Test (s. Anhang Abb. B.1, S139 u. Anhang Abb. B.2, S140), als auch bei dem zweiten Test (s. Anhang Abb. B.3, S141 u. Anhang Abb. B.4, S142) der 2. Klassen gab es insgesamt 13 Punkte zu erreichen. Die Punkteanzahl pro Beispiel war für die Schüler und Schülerinnen auf den Tests jedoch nicht sichtbar.

In Tabelle 6.12 sind die Ergebnisse des ersten und zweiten Tests der 2c Klasse ersichtlich. In der Abbildung 6.1 werden die Gesamtpunkte pro Test grafisch dargestellt. Hier ist zu erkennen, dass sich vierzehn Schüler verbessert, sieben Schüler verschlechtert und fünf Schüler weder verbessert noch verschlechtert haben. Insgesamt haben sich die vierzehn Schüler um 46,5 Punkte gesteigert und die sieben Schüler sind um 14,5 Punkte abgefallen.



Diagr. 6.1: 1. und 2. Test im Vergleich (2c Klasse BRG Keplerstraße Graz)

Die nachfolgende Tabelle beinhaltet in der zweiten und dritten Spalte die erreichten Punkte und das prozentuelle Ergebnis der 2c Klasse des ersten Tests. Aus der vierten und sechsten Spalte sind die Punkte und Prozentsätze des zweiten Tests zu entnehmen.

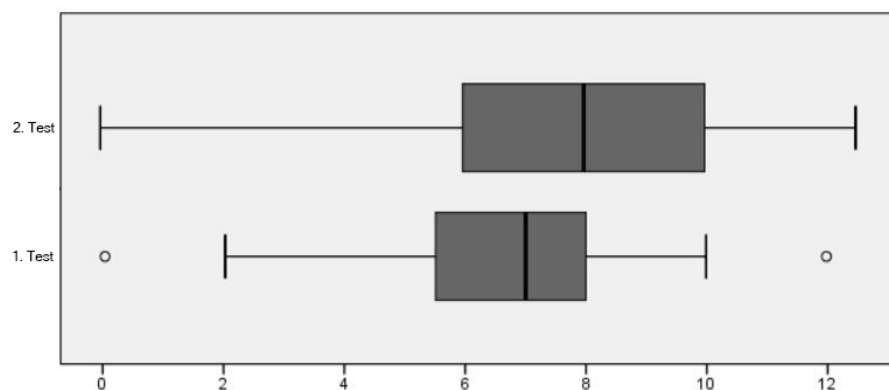
Tab. 6.12.: Ergebnisse 2c BRG Keplerstraße Graz

SuS	1. Test		2. Test	
	Punkte	Prozent	Punkte	Prozent
1	0	0,00	0	0,00
2	5,5	34,38	5,5	34,38
3	7	43,75	11,5	71,88
4	4	25,00	3	18,75
5	8	50,00	11	68,75
6	7,5	46,88	4	25,00
7	8	50,00	10	62,50
8	9	56,25	8	50,00
9	5,5	34,38	8,5	53,13
10	6	37,50	6	37,50
11	2	12,50	6	37,50
12	4,5	28,13	10	62,50
13	8,5	53,13	5	31,25
14	2	12,50	9	56,25
15	6,5	40,63	12	75,00
16	7	43,75	8	50,00
17	9	56,25	8	50,00
18	8	50,00	8	50,00
19	6	37,50	6	37,50
20	7	43,75	10	62,50
21	5,5	34,38	6,5	40,63
22	4	25,00	8	50,00
23	12	75,00	12,5	78,13
24	10	62,50	6	37,50
25	9	56,25	8,5	53,13
26	8	50,00	10,5	65,63

Die berechneten Kennwerte pro Test lassen sich aus Tabelle 6.13 entnehmen. Der Mittelwert des ersten Tests beträgt 6,52 Punkte mit einer Standardabweichung von 2,67 Punkten, beim zweiten Test ist der Mittelwert etwas größer (7,75 Punkte) mit einer höheren Streuung (2,93 Punkte). Auch das Box-Plot der beiden Tests zeigt dieses Ergebnis (s. Diagr. 6.2).

Tab. 6.13.: Statistische Größen im Vergleich (2c Klasse BRG Keplerstraße Graz)

Klasse	\bar{x}	s
1. Test	6,52	2,67
2. Test	7,75	2,93



Diagr. 6.2: Box-Plot des 1. und 2. Tests (2c Klasse BRG Keplerstraße Graz)

Beim ersten Test wurden folgende Werte erreicht: Der Wert des ersten Quantils (Q_{25}) liegt bei 5,25 Punkten, der Zentralwert (Median, Q_{50}) weist 7 Punkte auf und das dritte Quantil (Q_{75}) 8,13 Punkte. Der Minimalwert liegt bei 0 Punkten, der Maximalwert bei 12 Punkten. Die Halbweite (QA) beträgt 2,88 Punkte.

Beim zweiten Test wurden hingegen folgende Werte erreicht: Hier liegt der Wert des ersten Quantils (Q_{25}) bei 6 Punkten, der Median (Q_{50}) beträgt 8 Punkte und das dritte Quantil (Q_{75}) weist einen Wert von 10 Punkten auf. Der Minimalwert ist bei 0 Punkten, der Maximalwert bei 12,5 Punkten angesiedelt. Die Halbweite (QA) beträgt 4 Punkte.

Tab. 6.14.: Kennwerte der 2. Tests im Vergleich (2c Klasse BRG Keplerstraße Graz)

Klasse	\bar{x}	s	Q_{25}	Q_{50}	Q_{75}	QA
1. Test	6,52	2,67	5,25	7	8,13	2,88
2. Test	7,75	2,93	6	8	10	4

Die berechneten Kennwerte (s. Tab. 6.14) und die grafischen Darstellungen (s. Diagr. 6.1, Diagr. 6.2) zeigen einen Unterschied im Leistungsniveau der untersuchten Tests.

Der Mittelwert des zweiten Tests ist um 1,23 Punkte größer, die Standardabweichung um 0,26 Punkte höher und die Quantile um 0,75, 1 und 1,87 Punkte größer als die des ersten Tests. Daraus ergibt sich, dass die 2c Klasse im zweiten Test signifikant besser als im ersten Test abgeschnitten hat.

Mittels Histogrammen und Kolmogorov-Smirnov-Test wurden die Daten auf Normalverteilung überprüft. Da die Daten nicht normalverteilt sind, wurde ein Wilcoxon-Test durchgeführt. Dieser Test überprüft, ob die Messreihen keine Unterschiede hinsichtlich ihrer zentralen Tendenz aufweisen. Die Nullhypothese besagt, dass es keinen Unterschied zwischen erstem und zweitem Test gibt. Die Hypothese H_1 wird mit diesem Test bestätigt, wenn das Signifikanzniveau α unter 5% liegt, bzw. wenn ein z-Wert erhalten wird, der nicht im Bereich $[-1,96, 1,96]$ liegt (Sedlmeier und Renkewitz 2013: 888).

Für den Wilcoxon-Test ergibt sich folgende Rang-Tabelle:

Tab. 6.15.: Wilcoxon-Test Ränge (2c Klasse BRG Keplerstraße Graz)

Klasse	N	Rangsumme	Mittlerer Rang
Negative Ränge (2. Test < 1. Test)	7	59,5	8,5
Positive Ränge (2. Test > 1. Test)	14	171,5	12,25
Bindungen (2. Test = 1. Test)	5		
Gesamt	26		

Außerdem ergeben sich folgende statistische Größen aus dem Wilcoxon-Test:

Tab. 6.16.: Wilcoxon-Test Statistik (2c Klasse BRG Keplerstraße Graz)

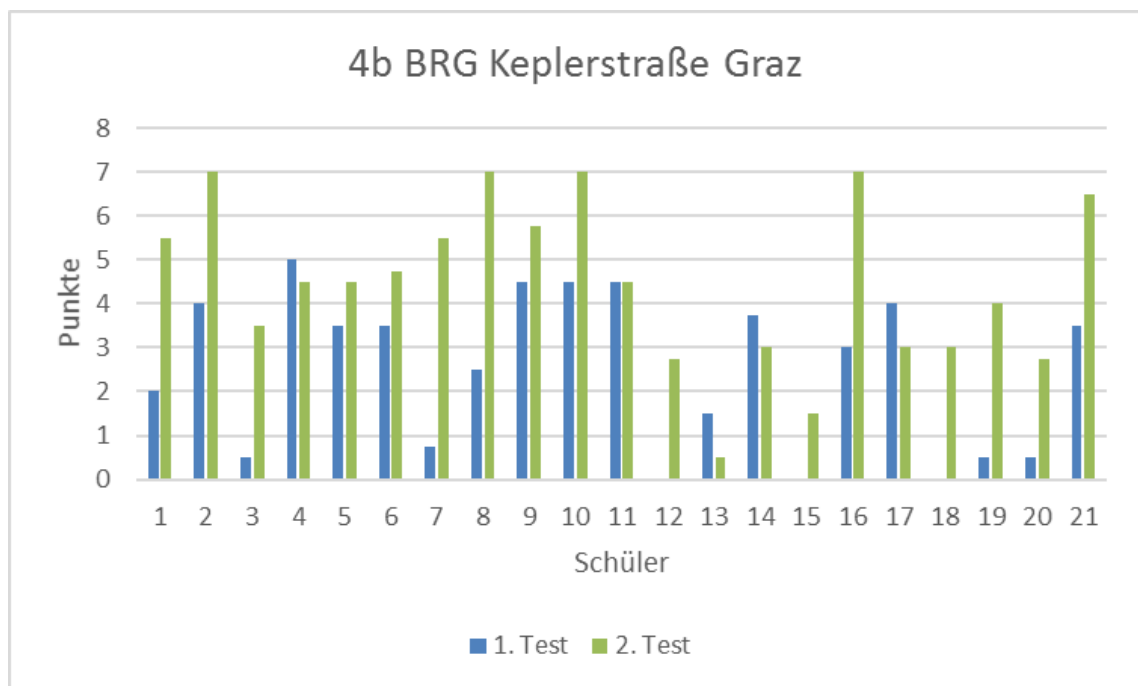
z-Wert (basiert auf negativen Rängen)	-1,951
Asymptotische-Signifikanz (2 seitig)	0,051

Da die Asymptotische-Signifikanz $\alpha > 5\%$ ist, kann die Hypothese nicht bestätigt werden. Da sie jedoch nur knapp größer als 5% ist, kann daraus gefolgert werden, dass sich die Leistung der 2c Klasse zwar deutlich gesteigert, sich jedoch gemäß Definition nicht signifikant verbessert hat.

4b Klasse Keplergymnasium

Sowohl bei dem ersten Test (s. Abb. B.5, S143 u. Anhang Abb. B.6, S144), als auch bei dem zweiten Test (s. Anhang Abb. B.7, S145 u. Anhang Abb. B.8, S146) der 4. Klassen gab es insgesamt 7 Punkte zu erreichen. Auch hier war die Punkteanzahl pro Beispiel für die Schüler und Schülerinnen auf den Tests nicht ersichtlich.

In Tabelle 6.17 sind die Ergebnisse des ersten und zweiten Tests der 4b Klasse zu aufgelistet. In der Abbildung 6.3 werden die Gesamtpunkte pro Test grafisch dargestellt. Hier ist zu beobachten, dass sich achtzehn Schüler und Schülerinnen verbessert, vier Schüler und Schülerinnen verschlechtert und ein Schüler bzw. Schülerin weder verbessert noch verschlechtert haben. Insgesamt haben sich die achtzehn Schüler und Schülerinnen um 47 Punkte gesteigert und die vier Schüler und Schülerinnen sind um 3,25 Punkte abgefallen.



Diagr. 6.3: 1. und 2. Test im Vergleich (4b Klasse BRG Keplerstraße Graz)

Die nachfolgende Tabelle beinhaltet in der zweiten und dritten Spalte die erreichten Punkte und das prozentuelle Ergebnis der 4b Klasse des ersten Tests. Aus der vierten und sechsten Spalte sind die Punkte und Prozentsätze des zweiten Tests zu entnehmen.

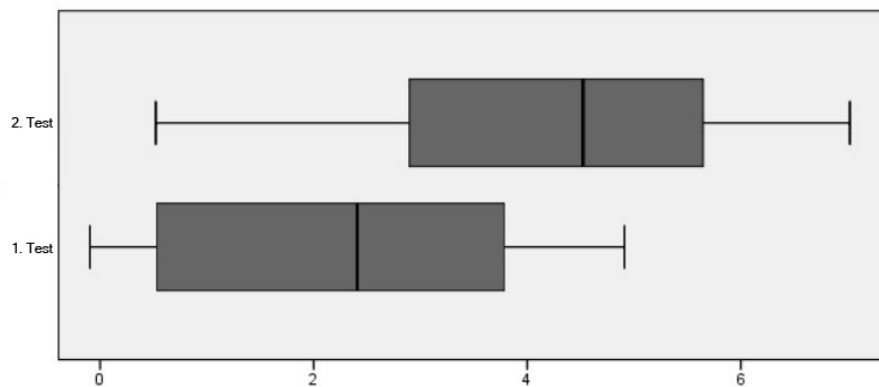
Tab. 6.17.: Ergebnisse 4b BRG Keplerstraße Graz

SuS	1. Test		2. Test	
	Punkte	Prozent	Punkte	Prozent
1	2	28,57	5,5	78,57
2	4	57,14	7	100,00
3	0,5	7,14	3,5	50,00
4	5	71,43	4,5	64,29
5	3,5	50,00	4,5	64,29
6	3,5	50,00	4,75	67,86
7	0,75	10,71	5,5	78,57
8	2,5	35,71	7	100,00
9	4,5	64,29	5,75	82,14
10	4,5	64,29	7	100,00
11	4,5	64,29	4,5	64,29
12	0	0,00	2,75	39,29
13	1,5	21,43	0,5	7,14
14	3,75	53,57	3	42,86
15	0	0,00	1,5	21,43
16	3	42,86	7	100,00
17	4	57,14	3	42,86
18	0	0,00	3	42,86
19	0,5	7,14	4	57,14
20	0,5	7,14	2,75	39,29
21	3,5	50,00	6,5	92,86
22	1	14,29	2	28,57
23	1,25	17,86	2,5	35,71

Die berechneten Kennwerte pro Test lassen sich aus Tabelle 6.18 entnehmen. Der Mittelwert des ersten Tests beträgt 2,36 Punkte mit einer Standardabweichung von 1,73 Punkten, beim zweiten Test ist der Mittelwert etwas größer (4,26 Punkte) mit einer höheren Streuung (1,92 Punkte). Auch das Box-Plot der beiden Tests zeigt dieses Ergebnis (s. Diagr. 6.4).

Tab. 6.18.: Statistische Größen im Vergleich (4b Klasse BRG Keplerstraße Graz)

Klasse	\bar{x}	s
1. Test	2,36	1,73
2. Test	4,26	1,92



Diagr. 6.4: Box-Plot des 1. und 2. Tests (4b Klasse BRG Keplerstraße Graz)

Beim ersten Test wurden folgende Werte erreicht: Der Wert des ersten Quantils (Q_{25}) liegt bei 0,5 Punkten, der Zentralwert (Median, Q_{50}) weist 2,5 Punkte auf und das dritte Quantil (Q_{75}) 4 Punkte. Der Minimalwert liegt bei 0 Punkten, der Maximalwert bei 5 Punkten. Die Halbweite (QA) beträgt 3,5 Punkte.

Beim zweiten Test wurden hingegen folgende Werte erreicht: Hier liegt der Wert des ersten Quantils (Q_{25}) bei 2,75 Punkten, der Median (Q_{50}) beträgt 4,5 Punkte und das dritte Quantil (Q_{75}) weist einen Wert von 5,75 Punkten auf. Der Minimalwert ist bei 0,5 Punkten, der Maximalwert bei 7 Punkten angesiedelt. Die Halbweite (QA) beträgt 3 Punkte.

Tab. 6.19.: Kennwerte der 2. Tests im Vergleich (4b Klasse BRG Keplerstraße Graz)

Klasse	\bar{x}	s	Q_{25}	Q_{50}	Q_{75}	QA
1. Test	2,36	1,73	0,5	2,5	4	3,5
2. Test	4,26	1,92	2,75	4,5	5,75	3

Die berechneten Kennwerte (s. Tab. 6.19) und die grafischen Darstellungen (s. Diagr. 6.3, Diagr. 6.4) zeigen einen Unterschied im Leistungsniveau der untersuchten Tests.

Der Mittelwert des zweiten Tests ist um 1,9 Punkte größer, die Standardabweichung um 0,18 Punkte höher und die Quantile um 2,25, 2 und 1,75 Punkte größer als die des ersten Tests. Daraus ergibt sich, dass die 4b Klasse im zweiten Test signifikant besser als im ersten Test abgeschnitten hat.

Mittels Histogrammen und Kolmogorov-Smirnov-Test wurden die Daten auf Normalverteilung überprüft. Da die Daten nicht normalverteilt sind, wurde ein Wilcoxon-Test durchgeführt. Dieser Test überprüft, ob die Messreihen keine Unterschiede hinsichtlich ihrer zentralen Tendenz aufweisen. Die Nullhypothese besagt, dass es keinen Unterschied zwischen erstem und zweitem Test gibt. Die Hypothese H_1 wird mit diesem Test bestätigt, wenn das Signifikanzniveau α unter 5% liegt, bzw. wenn ein z-Wert erhalten wird, der nicht im Bereich $[-1,96, 1,96]$ liegt (Sedlmeier und Renkewitz 2013: 888).

Für den Wilcoxon-Test ergibt sich folgende Rang-Tabelle:

Tab. 6.20.: Wilcoxon-Test Ränge (4b Klasse BRG Keplerstraße Graz)

Klasse	N	Rangsumme	Mittlerer Rang
Negative Ränge (2. Test < 1. Test)	4	12	3
Positive Ränge (2. Test > 1. Test)	18	241	13,39
Bindungen (2. Test = 1. Test)	1		
Gesamt	23		

Außerdem ergeben sich folgende statistische Größen aus dem Wilcoxon-Test:

Tab. 6.21.: Wilcoxon-Test Statistik (4b Klasse BRG Keplerstraße Graz)

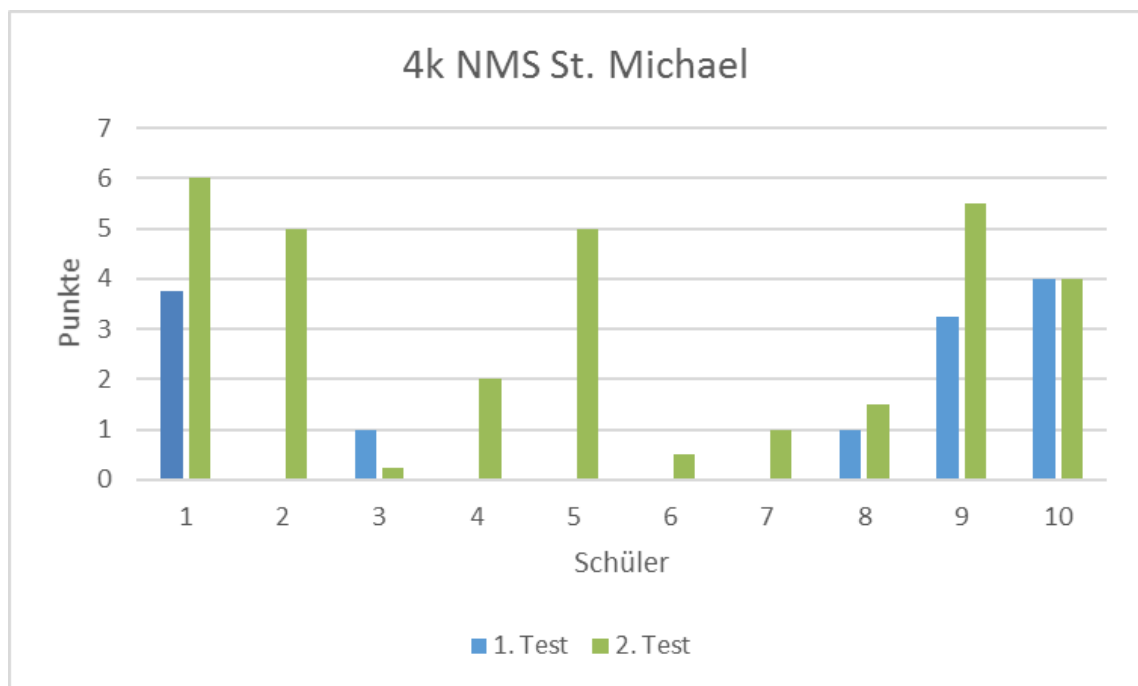
z-Wert (basiert auf negativen Rängen)	-3,723
Asymptotische-Signifikanz (2 seitig)	0,000

Da die Asymptotische-Signifikanz $\alpha < 5\%$ ist, kann die Hypothese bestätigt werden. Das bedeutet, dass sich die Leistung der 4b Klasse signifikant verbessert hat.

4k Klasse NMS St. Michael

Sowohl bei dem ersten Test (s. Abb. B.5, S143 u. Anhang Abb. B.6, S144), als auch bei dem zweiten Test (s. Anhang Abb. B.7, S145 u. Anhang Abb. B.8, S146) der 4. Klassen gab es insgesamt 7 Punkte zu erreichen. Auch hier war die Punkteanzahl pro Beispiel für die Schüler und Schülerinnen auf den Tests nicht ersichtlich.

In Tabelle 6.22 sind die Ergebnisse des ersten und zweiten Tests der 4k Klasse aufgelistet. In der Abbildung 6.5 werden die Gesamtpunkte pro Test grafisch dargestellt. Hier ist zu beobachten, dass sich acht Schüler und Schülerinnen verbessert, ein Schüler bzw. Schülerinnen verschlechtert und ein Schüler bzw. Schülerin weder verbessert noch verschlechtert hat. Insgesamt haben sich die acht Schüler und Schülerinnen um 18,5 Punkte verbessert und ein Schüler bzw. eine Schülerin um 0,75 Punkte verschlechtert.



Diagr. 6.5: 1. und 2. Test im Vergleich (4k Klasse NMS St. Michael)

Die nachfolgende Tabelle beinhaltet in der zweiten und dritten Spalte die erreichten Punkte und das prozentuelle Ergebnis der 4k Klasse des ersten Tests. Aus der vierten und sechsten Spalte sind die Punkte und Prozentsätze des zweiten Tests zu entnehmen.

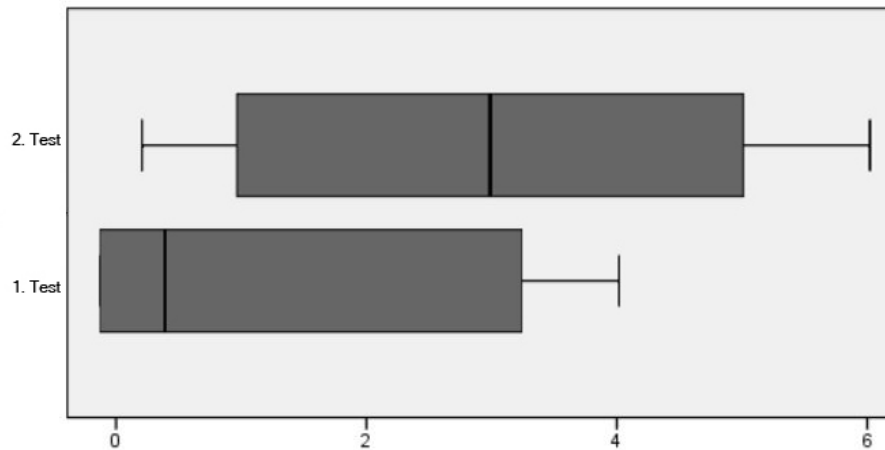
Tab. 6.22.: Ergebnisse 4k NMS St. Michael

SuS	1. Test		2. Test	
	Punkte	Prozent	Punkte	Prozent
1	3,75	53,57	6	85,71
2	0	0,00	5	71,43
3	1	14,29	0,25	3,57
4	0	0,00	2	28,57
5	0	0,00	5	71,43
6	0	0,00	0,5	7,14
7	0	0,00	1	14,29
8	1	14,29	1,5	21,43
9	3,25	46,43	5,5	78,57
10	4	57,14	4	57,14

Die berechneten Kennwerte pro Test lassen sich aus Tabelle 6.23 entnehmen. Der Mittelwert des ersten Tests beträgt 1,3 Punkte mit einer Standardabweichung von 1,69 Punkten, beim zweiten Test ist der Mittelwert größer (3,08 Punkte) mit einer höheren Streuung (2,24 Punkte). Auch das Box-Plot der beiden Tests zeigt dieses Ergebnis (s. Diagr. 6.6).

Tab. 6.23.: Statistische Größen im Vergleich (4k Klasse NMS St. Michael))

Klasse	\bar{x}	s
1. Test	1,3	1,69
2. Test	3,08	2,24



Diagr. 6.6: Box-Plot des 1. und 2. Tests (4k Klasse NMS St. Michael)

Beim ersten Test wurden folgende Werte erreicht: Der Wert des ersten Quantils (Q_{25}) liegt bei 0 Punkten, der Zentralwert (Median, Q_{50}) weist 0,5 Punkte auf und das dritte Quantil (Q_{75}) 3,38 Punkte. Der Minimalwert liegt bei 0 Punkten, der Maximalwert bei 4 Punkten. Die Halbweite (QA) beträgt 3,38 Punkte.

Beim zweiten Test wurden hingegen folgende Werte erreicht: Hier liegt der Wert des ersten Quantils (Q_{25}) bei 0,88 Punkten, der Median (Q_{50}) beträgt 3 Punkte und das dritte Quantil (Q_{75}) weist einen Wert von 5,13 Punkten auf. Der Minimalwert ist bei 0,25 Punkten, der Maximalwert bei 6 Punkten angesiedelt. Die Halbweite (QA) beträgt 4,25 Punkte.

Tab. 6.24.: Kennwerte der 2. Tests im Vergleich (4k Klasse NMS St. Michael)

Klasse	\bar{x}	s	Q_{25}	Q_{50}	Q_{75}	QA
1. Test	1,30	1,69	0	0,5	3,38	3,38
2. Test	3,08	2,24	0,88	3	5,13	4,25

Die berechneten Kennwerte (s. Tab. 6.24) und die grafischen Darstellungen (s. Diagr. 6.3, Diagr. 6.6) zeigen einen Unterschied im Leistungsniveau der untersuchten Tests. Der Mittelwert des zweiten Tests ist um 1,78 Punkte größer, die Standardabweichung um 0,55 Punkte höher und die Quantile um 0,88, 2,5 und 1,75 Punkte größer als die des ersten Tests. Daraus ergibt sich, dass die 4k Klasse im zweiten Test signifikant besser als im ersten Test abgeschnitten hat.

Mittels Histogrammen und Kolmogorov-Smirnov-Test wurden die Daten auf Normalverteilung überprüft. Da die Daten nicht normalverteilt sind, wurde ein Wilcoxon-Test durchgeführt. Dieser Test überprüft, ob die Messreihen keine Unterschiede hinsichtlich ihrer zentralen Tendenz aufweisen. Die Nullhypothese besagt, dass es keinen Unterschied zwischen erstem und zweitem Test gibt. Die Hypothese H_1 wird

mit diesem Test bestätigt, wenn das Signifikanzniveau α unter 5% liegt, bzw. wenn ein z-Wert erhalten wird, der nicht im Bereich $[-1,96, 1,96]$ liegt (Sedlmeier und Renkewitz 2013: 888).

Für den Wilcoxon-Test ergibt sich folgende Rang-Tabelle:

Tab. 6.25.: Wilcoxon-Test Ränge (4k Klasse NMS St. Michael)

Klasse	N	Rangsumme	Mittlerer Rang
Negative Ränge (2. Test < 1. Test)	1	3	3
Positive Ränge (2. Test > 1. Test)	8	42	5,25
Bindungen (2. Test = 1. Test)	1		
Gesamt	10		

Außerdem ergeben sich folgende statistische Größen aus dem Wilcoxon-Test:

Tab. 6.26.: Wilcoxon-Test Statistik (4k Klasse NMS St. Michael)

z-Wert (basiert auf negativen Rängen)	-2,316
Asymptotische-Signifikanz (2 seitig)	0,021

Da die Asymptotische-Signifikanz $\alpha < 5\%$ ist, kann die Hypothese bestätigt werden. Das bedeutet, dass sich die Leistung der 4k Klasse signifikant verbessert hat.

Zwischenresümee

Sowohl der Wilcoxon-Test, als auch die berechneten Werte der deskriptiven Statistik können die Hypothese H_1 bestätigen. Das bedeutet, dass sich die Leistungen der Schüler und Schülerinnen, welche individuell üben, signifikant verbessern.

6.2.1.2. Vergleich von Versuchs- und Kontrollgruppe

Auch die zweite Hypothese wird mittels Mittelwert \bar{x} , Standardabweichung s , Quantile Q_{25} , Q_{50} , Q_{75} und Halbweite QA überprüft. Anschließend wird der U-Test von Mann-Whitney durchgeführt.

Zunächst werden die Ergebnisse des zweiten Tests der Versuchs- und der Kontrollgruppe untersucht. Schüler und Schülerinnen, welche nur an einem Test teilgenommen haben, wurden aus der Wertung ausgenommen. Für die Untersuchung werden die Punkte zuerst klassenweise tabellarisch dargestellt. Jedem Schüler und jeder Schülerin wurde zufällig eine Nummer zugewiesen. Auf den Tabellen ist die Punkteanzahl, die jeder Schüler und jede Schülerin erreicht hat und deren prozentualer Anteil ersichtlich. Anschließend werden die Ergebnisse mittels Box-Plot grafisch dargestellt und alle ermittelten statistischen Werte mittels Tabelle aufgelistet. Abschließend wird der U-Test von Mann-Whitney durchgeführt.

Hypothese H_2 :

Schüler und Schülerinnen der Versuchsgruppe lösen nach der Bearbeitung von individuellen Übungen mathematische Aufgabenstellungen besser als Schüler und Schülerinnen der Kontrollklasse.

2. Klassen Keplergymnasium

Sowohl bei dem ersten Test (s. Anhang Abb. B.1, S139 u. Anhang Abb. B.2, S140), als auch bei dem zweiten Test (s. Anhang Abb. B.3, S141 u. Anhang Abb. B.4, S142) der 2. Klassen gab es insgesamt 13 Punkte zu erreichen. Die Punkteanzahl pro Beispiel war für die Schüler und Schülerinnen auf den Tests jedoch nicht sichtbar.

Die beiden Klassen haben beim ersten Test vergleichbar abgeschnitten: Die Ergebnisse der 2a Klasse haben einen Mittelwert \bar{x} von 6,78 Punkten. Die 2c Klasse erreichte einen Mittelwert von 6,52 \bar{x} Punkten.

Die Tabelle 6.27 zeigt die Ergebnisse des zweiten Tests der 2a und auf Tabelle 6.12 (S81) sind die Ergebnisse des zweiten Tests der 2c ersichtlich.

Folgende Tabelle zeigt in der zweiten und dritten Spalte die erreichten Punkte und das Ergebnis der 2a Klasse des ersten Tests, die vierte und sechste Spalte enthalten die Punkte und Prozentsätze des zweiten Tests.

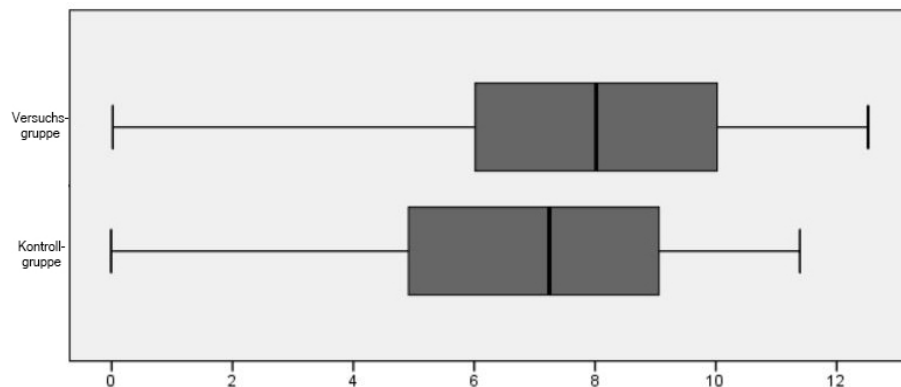
Tab. 6.27.: Ergebnisse 2a BRG Keplerstraße Graz

SuS	1. Test		2. Test	
	Punkte	Prozent	Punkte	Prozent
1	4	25,00	7	43,75
2	0	0,00	0	0,00
3	11	68,75	9,5	59,38
4	7	43,75	8	50,00
5	2,5	15,63	2	12,50
6	9,5	59,38	10	62,50
7	4	25,00	6,5	40,63
8	11,5	71,88	10	62,50
9	9	56,25	11	68,75
10	3,5	21,88	2,5	15,63
11	9,5	59,38	8	50,00
12	10	62,50	6,5	40,63
13	5,5	34,38	6,5	40,63
14	7,5	46,88	8	50,00
15	12	75,00	10	62,50
16	6	37,50	3,5	21,88
17	11,5	71,88	6	37,50
18	3	18,75	6	37,50
19	8	50,00	2,5	15,63
20	2	12,50	8	50,00
21	3	18,75	1,5	9,38
22	12	75,00	10,5	65,63
23	4	25,00	8	50,00

Die berechneten klassenspezifischen Kennwerte lassen sich aus Tabelle 6.28 entnehmen. Der Mittelwert des zweiten Tests beträgt in der 2a Klasse 6,59 Punkte mit einer Standardabweichung von 3,18 Punkten, in der 2c Klasse ist der Mittelwert beim zweiten Test etwas höher (7,75 Punkte) mit einer geringeren Streuung (2,93 Punkte). Auch das Box-Plot der beiden Klassen zeigt dieses Ergebnis (s. Diagr. 6.7).

Tab. 6.28.: Statistische Größen im Vergleich (2. Klassen BRG Keplerstraße Graz)

Klasse	\bar{x}	s
2a	6,59	3,18
2c	7,75	2,93



Diagr. 6.7: Box-Plot des 2. Tests (2a Klasse und 2c Klasse BRG Keplerstraße Graz)

Die 2a Klasse erreichte folgende Werte beim zweiten Test: Der Wert des ersten Quantils (Q_{25}) liegt bei 3,5 Punkten, der Zentralwert (Median, Q_{50}) weist 7 Punkte auf und das dritte Quantil (Q_{75}) 9,5 Punkte. Der Minimalwert liegt bei 0 Punkten, der Maximalwert bei 11 Punkten. Die Halbweite (QA) beträgt 6 Punkte.

Die 2c Klasse hingegen erreichte folgende Werte beim zweiten Test: Hier liegt der Wert des ersten Quantils (Q_{25}) bei 6 Punkten, der Median (Q_{50}) beträgt 8 Punkte und das dritte Quantil (Q_{75}) weist einen Wert von 10 Punkten auf. Der Minimalwert ist bei 0 Punkten, der Maximalwert bei 12,5 Punkten angesiedelt. Die Halbweite (QA) beträgt 4 Punkte.

Tab. 6.29.: Kennwerte der 2. Tests im Vergleich (2. Klassen BRG Keplerstraße Graz)

Klasse	\bar{x}	s	Q_{25}	Q_{50}	Q_{75}	QA
2a	6,59	3,18	3,5	7	9,5	6
2c	7,75	2,93	6	8	10	4

Die berechneten Kennwerte (s. Tab. 6.29) und die grafische Darstellung (s. Diagr. 6.7) zeigen einen Unterschied im Leistungsniveau der untersuchten Klassen. Der

Mittelwert der 2c Klasse ist um 1,16 Punkte höher, die Standardabweichung um 0,25 Punkte kleiner und die Quantile um 2,5, 1 und 0,5 Punkte größer als die der 2a Klasse. Daraus ergibt sich, dass die 2c Klasse signifikant besser im Vergleich zur 2a Klasse abgeschnitten hat.

Mittels Histogrammen und Kolmogorov-Smirnov-Test wurden die Daten auf Normalverteilung überprüft. Da die Daten nicht normalverteilt sind, wurde ein U-Test von Mann-Whitney durchgeführt. Dieser Test überprüft, ob sich die Größen der Messwerte beider Klassen signifikant unterscheiden. Die Nullhypothese besagt, dass es keinen Unterschied zwischen den beiden Klassen gibt. Die Hypothese H_2 wird mit diesem Test bestätigt, wenn das Signifikanzniveau α unter 5% liegt, bzw. wenn ein z-Wert erhalten wird, der nicht im Bereich $[-1,96, 1,96]$ liegt (Sedlmeier und Renkewitz 2013: 888).

Für den U-Test von Mann-Whitney ergibt sich folgende Rang-Tabelle:

Tab. 6.30.: U-Test Ränge (2. Klassen BRG Keplerstraße Graz)

Klasse	N	Rangsumme	Mittlerer Rang
2a	23	518	22,52
2c	26	707	27,19
Gesamt	49		

Außerdem ergeben sich folgende statistische Größen aus dem Mann-Whitney U-Test:

Tab. 6.31.: U-Test Statistik (2. Klassen BRG Keplerstraße Graz)

Mann-Whitney-U	242
z-Wert	-1,149
Asymptotische-Signifikanz (2 seitig)	0,25

Da die Asymptotische-Signifikanz $\alpha > 5\%$ ist, kann die Hypothese nicht bestätigt werden. Das bedeutet, dass sich die Klassen nach dem U-Test von Mann-Whitney nicht signifikant unterscheiden.

4. Klassen Keplergymnasium

Sowohl bei dem ersten Test (s. Abb. B.5, S143 u. Anhang Abb. B.6, S144), als auch bei dem zweiten Test (s. Anhang Abb. B.7, S145 u. Anhang Abb. B.8, S146) der 4. Klassen gab es insgesamt 7 Punkte zu erreichen. Auch hier war die Punkteanzahl pro Beispiel für die Schüler und Schülerinnen auf den Tests nicht ersichtlich.

Die beiden Klassen haben beim ersten Test unterschiedlich abgeschnitten: Die Ergebnisse der 4a Klasse haben einen Mittelwert \bar{x} von 3,5 Punkten. Die 4b Klasse erreichte einen Mittelwert von 2,36 \bar{x} Punkten.

Die Tabelle 6.32 zeigt die Ergebnisse des zweiten Tests der 4a und auf Tabelle 6.17 (S85) sind die Ergebnisse des zweiten Tests der 4b ersichtlich.

Tab. 6.32.: Ergebnisse 4a BRG Keplerstraße Graz

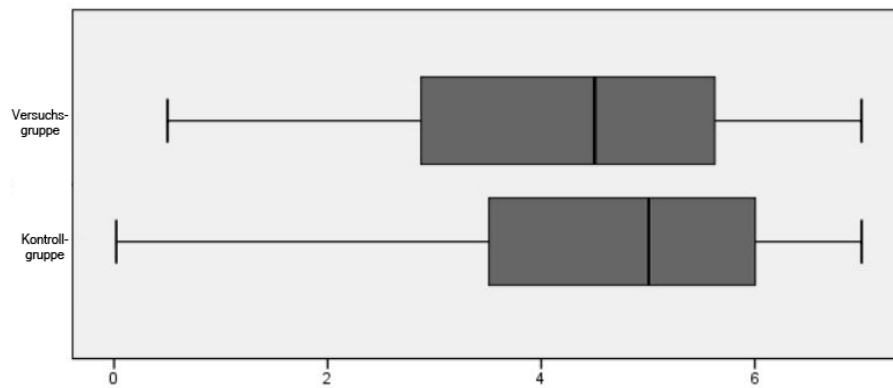
SuS	1. Test		2. Test	
	Punkte	Prozent	Punkte	Prozent
1	3	42,86	5	71,43
2	6,5	92,86	7	100,00
3	7	100,00	7	100,00
4	5	71,43	7	100,00
5	6,5	92,86	5	71,43
6	1	14,29	5	71,43
7	1,5	21,43	0	0,00
8	1,5	21,43	6	85,71
9	4,5	64,29	3,5	50,00
10	0,5	7,14	1,5	21,43
11	3,5	50,00	4	57,14
12	3	42,86	6	85,71
13	6	85,71	7	100,00
14	2,5	35,71	3,5	50,00
15	5,75	82,14	6,5	92,86
16	3	42,86	4,5	64,29
17	3,5	50,00	3,5	50,00
18	1,5	21,43	0	0,00
19	1	14,29	1	14,29
20	4,5	64,29	6	85,71
21	2,25	32,14	3,5	50,00

Wie in der oben dargestellten Tabelle ersichtlich, stehen in der zweiten und dritten Spalte die erreichten Punkte und das Ergebnis der 4a Klasse des ersten Tests, die vierte und sechste Spalte enthalten die Punkte und Prozentsätze des zweiten Tests.

Die berechneten klassenspezifischen Kennwerte lassen sich aus Tabelle 6.33 entnehmen. Der Mittelwert des zweiten Tests beträgt in der 4a Klasse 4,4 Punkte mit einer Standardabweichung von 2,26 Punkten, in der 4b Klasse ist der Mittelwert beim zweiten Test etwas kleiner (4,26 Punkte) mit einer geringeren Streuung (1,92 Punkte). Auch das Box-Plot der beiden Klassen zeigt dieses Ergebnis (s. Diagr. 6.8).

Tab. 6.33.: Statistische Größen im Vergleich (4. Klassen BRG Keplerstraße Graz)

Klasse	\bar{x}	s
4a	4,4	2,26
4b	4,26	1,92



Diagr. 6.8: Box-Plot des 2. Tests (4a Klasse und 4b Klasse BRG Keplerstraße Graz)

Die 4a Klasse erreichte folgende Werte beim zweiten Test: Der Wert des ersten Quantils (Q_{25}) liegt bei 3,5 Punkten, der Zentralwert (Median, Q_{50}) weist 5 Punkte auf und das dritte Quantil (Q_{75}) 6,25 Punkte. Der Minimalwert liegt bei 0 Punkten, der Maximalwert bei 7 Punkten. Die Halbweite (QA) beträgt 2,75 Punkte.

Die 4b Klasse hingegen erreichte folgende Werte beim zweiten Test: Hier liegt der Wert des ersten Quantils (Q_{25}) bei 2,75 Punkten, der Median (Q_{50}) beträgt 4,5 Punkte und das dritte Quantil (Q_{75}) weist einen Wert von 5,75 Punkten auf. Der Minimalwert ist bei 0,5 Punkten, der Maximalwert bei 7 Punkten angesiedelt. Die Halbweite (QA) beträgt 3 Punkte.

Tab. 6.34.: Kennwerte der 2. Tests im Vergleich (4. Klassen BRG Keplerstraße Graz)

Klasse	\bar{x}	s	Q_{25}	Q_{50}	Q_{75}	QA
4a	4,4	2,26	3,5	5	6,25	2,75
4b	4,26	1,92	2,75	4,5	5,75	3

Die berechneten Kennwerte (s. Tab. 6.34) und die grafische Darstellung (s. Diagr. 6.8) zeigen einen Unterschied im Leistungsniveau der untersuchten Klassen. Der Mittelwert der 4a Klasse ist um 0,14 Punkte höher, die Standardabweichung um 0,35 Punkte größer und die Quantile um 0,75 und 0,5 Punkte größer als die der 4b Klasse. Daraus ergibt sich, dass die 4a Klasse signifikant besser im Vergleich zur 4b Klasse abgeschnitten hat. Vergleicht man diese Werte mit denen des ersten Tests, so lässt sich eine höhere Leistungssteigerung der 4b Klasse im Gegensatz zur 4a Klasse feststellen.

Mittels Histogrammen und Kolmogorov-Smirnov-Test wurden die Daten auf Normalverteilung überprüft. Da die Daten nicht normalverteilt sind, wurde ein U-Test von Mann-Whitney durchgeführt. Dieser Test überprüft, ob sich die Größen der Messwerte beider Klassen signifikant unterscheiden. Die Nullhypothese besagt, dass es keinen Unterschied zwischen den beiden Klassen gibt. Die Hypothese H_2 wird mit diesem Test bestätigt, wenn das Signifikanzniveau α unter 5% liegt, bzw. wenn ein z-Wert erhalten wird, der nicht im Bereich $[-1,96, 1,96]$ liegt (Sedlmeier und Renkewitz 2013: 888).

Für den U-Test von Mann-Whitney ergibt sich folgende Rang-Tabelle:

Tab. 6.35.: U-Test Ränge (4. Klassen BRG Keplerstraße Graz)

Klasse	N	Rangsumme	Mittlerer Rang
4a	21	496	23,62
4b	23	494	21,48
Gesamt	49		

Außerdem ergeben sich folgende statistische Größen aus dem Mann-Whitney U-Test:

Tab. 6.36.: U-Test Statistik (4. Klassen BRG Keplerstraße Graz)

Mann-Whitney-U	218
z-Wert	-0,555
Asymptotische-Signifikanz (2 seitig)	0,579

Da die Asymptotische-Signifikanz $\alpha > 5\%$ ist, kann die Hypothese nicht bestätigt werden. Das bedeutet, dass sich die Klassen nach dem U-Test von Mann-Whitney nicht signifikant unterscheiden.

4. Klassen NMS St. Michael

Auch bei diesen Klassen war die Punkteanzahl für die Schüler und Schülerinnen bei dem ersten Test (s. Anhang Abb. B.5, S143 u. Anhang Abb. B.6, S144) und bei dem zweiten Test (s. Anhang Abb. B.7, S145 u. Anhang Abb. B.8, S146) nicht ersichtlich. Insgesamt gab es 7 Punkte zu erreichen.

Die beiden Klassen haben beim ersten Test unterschiedlich abgeschnitten: Die Ergebnisse der 4a Klasse haben einen Mittelwert \bar{x} von 2,7 Punkten. Die 4b Klasse erreichte einen Mittelwert von 1,3 \bar{x} Punkten.

Die Tabelle 6.37 zeigt die Ergebnisse des zweiten Tests der 4a und auf Tabelle 6.22 (S89) sind die Ergebnisse des zweiten Tests der 4b ersichtlich.

Folgende Tabelle zeigt in der zweiten und dritten Spalte die erreichten Punkte und das Ergebnis der 4a Klasse des ersten Tests, die vierte und sechste Spalte enthalten die Punkte und Prozentsätze des zweiten Tests.

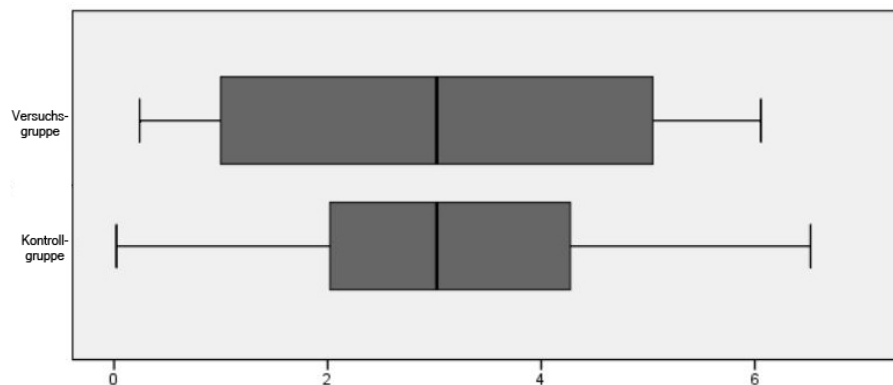
Tab. 6.37.: Ergebnisse 4a NMS St. Michael

SuS	1. Test		2. Test	
	Punkte	Prozent	Punkte	Prozent
1	1,5	21,43	0	0,00
2	1	14,29	2	28,57
3	4	57,14	4,25	60,71
4	5	71,43	6,5	92,86
5	0	0,00	3,5	50,00
6	6,5	92,86	4,5	64,29
7	0,5	7,14	2,5	35,71
8	2,5	35,71	3,5	50,00
9	3	42,86	2	28,57
10	3	42,86	0,5	7,14

Die berechneten klassenspezifischen Kennwerte lassen sich aus Tabelle 6.38 entnehmen. Der Mittelwert des zweiten Tests beträgt in der 4a Klasse 2,93 Punkte mit einer Standardabweichung von 1,94 Punkten, in der 4b Klasse ist der Mittelwert beim zweiten Test etwas größer (3,08 Punkte) mit einer höheren Streuung (2,24 Punkte). Auch das Box-Plot der beiden Klassen zeigt dieses Ergebnis (s. Diagr. 6.9).

Tab. 6.38.: Statistische Größen im Vergleich (4. Klassen NMS St. Michael)

Klasse	\bar{x}	s
4a	2,93	1,94
4k	3,08	2,24



Diagr. 6.9: Box-Plot des 2. Tests (4a Klasse und 4k Klasse NMS St. Michael)

Die 4a Klasse erreichte folgende Werte beim zweiten Test: Der Wert des ersten Quantils (Q_{25}) liegt bei 1,63 Punkten, der Zentralwert (Median, Q_{50}) weist 3 Punkte auf und das dritte Quantil (Q_{75}) 4,31 Punkte. Der Minimalwert liegt bei 0 Punkten, der Maximalwert bei 6,5 Punkten. Die Halbweite (QA) beträgt 2,69 Punkte.

Die 4k Klasse hingegen erreichte folgende Werte beim zweiten Test: Hier liegt der Wert des ersten Quantils (Q_{25}) bei 0,88 Punkten, der Median (Q_{50}) beträgt 3 Punkte und das dritte Quantil (Q_{75}) weist einen Wert von 5,13 Punkten auf. Der Minimalwert ist bei 0,25 Punkten, der Maximalwert bei 6 Punkten angesiedelt. Die Halbweite (QA) beträgt 4,25 Punkte.

Tab. 6.39.: Kennwerte der 2. Tests im Vergleich (4. Klassen NMS St. Michael)

Klasse	\bar{x}	s	Q_{25}	Q_{50}	Q_{75}	QA
4a	2,93	1,94	1,63	3	4,31	6,5
4k	3,08	2,24	0,88	3	5,13	5,75

Die berechneten Kennwerte (s. Tab. 6.39) und die grafische Darstellung (s. Diagr. 6.9) zeigen einen Unterschied im Leistungsniveau der untersuchten Klassen. Der Mittelwert der 4k Klasse ist um 0,15 Punkte höher, die Standardabweichung um 0,30 Punkte größer, das erste Quantil um 0,75 Punkte kleiner und das dritte Quantil um 0,81 Punkte größer als die der 4a Klasse. Der Median ist in beiden Klassen gleich groß. Daraus ergibt sich, dass die 4k Klasse signifikant besser im Vergleich zur 4a Klasse abgeschnitten hat.

Mittels Histogrammen und Kolmogorov-Smirnov-Test wurden die Daten auf Normalverteilung überprüft. Da die Daten nicht normalverteilt sind, wurde ein U-Test von Mann-Whitney durchgeführt. Dieser Test überprüft, ob sich die Größen der Messwerte beider Klassen signifikant unterscheiden. Die Nullhypothese besagt, dass es keinen Unterschied zwischen den beiden Klassen gibt. Die Hypothese H_2 wird mit diesem Test bestätigt, wenn das Signifikanzniveau α unter 5% liegt, bzw. wenn ein z-Wert erhalten wird, der nicht im Bereich $[-1,96, 1,96]$ liegt (Sedlmeier und Renkewitz 2013: 888).

Für den U-Test von Mann-Whitney ergibt sich folgende Rang-Tabelle:

Tab. 6.40.: U-Test Ränge (4. Klassen NMS St. Michael)

Klasse	N	Rangsumme	Mittlerer Rang
4a	10	102,5	10,25
4k	10	107,5	10,75
Gesamt	20		

Außerdem ergeben sich folgende statistische Größen aus dem Mann-Whitney U-Test:

Tab. 6.41.: U-Test Statistik (4. Klassen NMS St. Michael)

Mann-Whitney-U	47,5
z-Wert	-0,189
Asymptotische-Signifikanz (2 seitig)	0,850

Da die Asymptotische-Signifikanz $\alpha > 5\%$ ist, kann die Hypothese nicht bestätigt werden. Das bedeutet, dass sich die Klassen nach dem U-Test von Mann-Whitney nicht signifikant unterscheiden.

Zwischenresümee

Mit den U-Tests konnte festgestellt werden, dass sich die Leistungen der Versuchsgruppen im Gegensatz zu den Kontrollgruppen im zweiten Test nicht signifikant unterscheiden. Auch bei den zuvor dargestellten Box-Plots lässt sich kein eindeutiger

Unterschied feststellen. Das bedeutet aber nicht, dass sich die beiden Gruppen nicht voneinander abheben. In Tabelle 6.42 ist ersichtlich, dass die Versuchsgruppen im Durchschnitt im ersten Test schlechter abgeschnitten haben als die Kontrollgruppen. Beim zweiten Test ist jedoch eine größere Leistungssteigerung der Teilnehmer und Teilnehmerinnen, welche individuell geübt haben, im Vergleich zur Kontrollgruppe ersichtlich. Daraus abgeleitet kann die Hypothese H_2 teilweise gestützt werden. Es verbessern sich beide Gruppen, bei der Gruppe mit individuellen Übungen ist jedoch eine etwas größere Leistungssteigerung erkennbar.

Tab. 6.42.: Statistische Größen im Vergleich

	BRG Keplerstraße Graz		BRG Keplerstraße Graz	
	2a Klasse		2c Klasse	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1. Test	6,78	3,70	6,52	2,67
2. Test	6,59	3,18	7,75	2,93

	BRG Keplerstraße Graz		BRG Keplerstraße Graz	
	4a Klasse		4b Klasse	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1. Test	3,5	2,03	2,36	1,73
2. Test	4,4	2,26	4,26	1,92

	NMS St. Michael		NMS St. Michael	
	4a Klasse		4k Klasse	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1. Test	2,7	2,06	1,30	1,69
2. Test	2,93	1,94	3,08	2,24

6.2.2. Fragebögen

Dieser Absatz widmet sich der Auswertung der Fragebögen. Es wurden nur die Schüler und Schülerinnen der Versuchsgruppen befragt. Der Fragebogen wurde in mehrere Blöcke aufgeteilt (s. Anhang Abb. C.1, S147 u. Anhang Abb. C.2, S148). Der erste Block sollte einen generellen Überblick über die befragten Schüler und Schülerinnen geben. Die zweite Kategorie bezweckte Erkenntnisse über individuelle Einschätzungen und Vorlieben der Probanden und Probandinnen zu gewinnen. Im dritten Teil wurden Fragen bezüglich Schule und Mathematikunterricht gestellt und der vierte Block wollte in Erfahrung bringen, wie Schüler und Schülerinnen am leichtesten Mathematik lernen. Der letzte Teil beschäftigte sich mit dem Thema „individuelle Übungen“.

6.2.2.1. Auswertung einzelner Fragen

Die dritte Hypothese wird mittels Fragebogenauswertung überprüft. Zunächst werden die einzelnen Fragen in übersichtliche Ergebnisse zusammengefasst und reflektiert.

Hypothese H_3 :

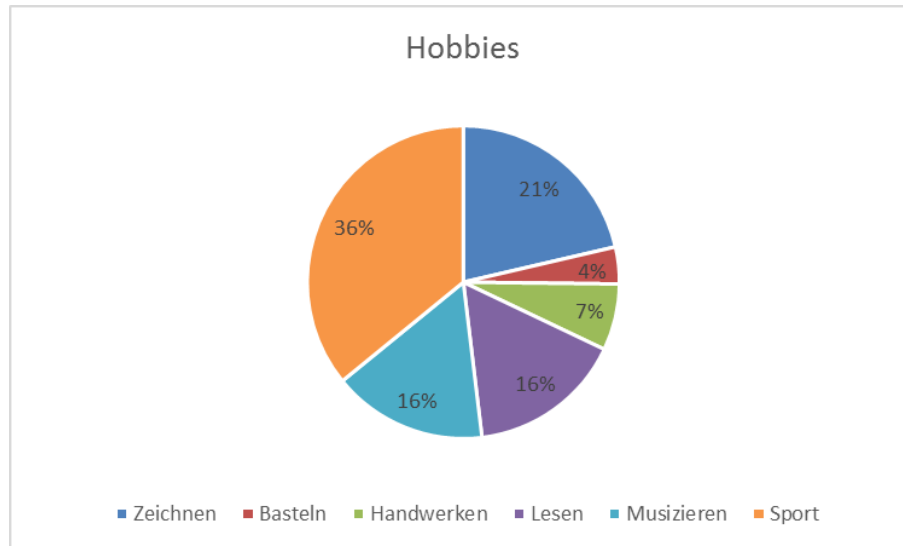
Individuelle Übungen werden von den Schülern und Schülerinnen angenommen.

Der erste Teil gibt einen generellen Überblick über die befragten Schüler und Schülerinnen. Insgesamt wurden die Fragebögen von 61 Personen ausgefüllt. Ein Fragebogen musste aus der Untersuchung ausgeschlossen werden, da er zu viele Antworten enthielt, die nicht eindeutig waren. Unter den 60 gültigen Fragebögen befanden sich 47 Burschen und 13 Mädchen. Ungefähr 88% der Schüler und Schülerinnen wurden in Österreich geboren. Von den Schülern und Schülerinnen, die nicht in Österreich geboren wurden, leben drei Befragte (ca. 42%) seit 11 bis 15 Jahren, zwei Befragte (ca. 29%) seit 6 bis 10 Jahren und zwei Befragte (ca. 29%) seit 1 bis 5 Jahren in Österreich. Daraus wird gefolgert, dass die deutsche Sprache für den Großteil der Befragten kein Problem darstellt.

Individuelle Einschätzung

Auf Basis dieses Blocks sollten individuelle Einschätzungen und Vorlieben der Schüler und Schülerinnen herausgefunden werden. Die dritte Frage gibt einen Überblick über die Hobbies der befragten Personen: Der Großteil der Schüler und Schülerinnen interessiert sich für Sport (ca. 36%). Als zweitliebstes Hobby kristallisierte sich

Zeichnen (ca. 21%) heraus. Mit jeweils rund 16% sind Musizieren und Lesen an dritter Stelle. Die unbeliebtesten Hobbies sind Handwerken (ca. 7%) und Basteln (ca. 4%) (s. Diagr. 6.10).



Diagr. 6.10: Frage 3: Hobbies

Ungefähr 75% der Schüler und Schülerinnen das Lösen von Aufgaben vor, bei denen sie die Vorgehensweise kennen. Bei der bevorzugten Arbeitsweise konnten die Probanden und Probandinnen zwischen Gruppen-, Partner- und Einzelarbeit wählen. Hier lässt sich erkennen, dass die befragten Personen Gruppen-, bzw. Partnerarbeiten favorisieren: Etwa 46% der Schüler und Schülerinnen entschieden sich für die Partnerarbeit, dicht gefolgt von der Gruppenarbeit mit circa 40%. Nur rund 14% wünschen sich Einzelarbeit im Unterricht.

Die achte Frage bezog sich auf das generelle Interesse der Schüler und Schülerinnen für Mathematik. Insgesamt konnten 58 gültige Antworten ausgewertet werden. Generell geben in etwa 70% der Schüler und Schülerinnen an, dass sie sich für Mathematik interessieren (s. Tab. 6.43).

Tab. 6.43.: Interesse für Mathematik

Mathematikinteresse	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozent
trifft völlig zu	15	25,86	25,86
trifft eher zu	26	44,83	70,69
trifft wenig zu	11	18,97	89,66
trifft nicht zu	6	10,34	100,00
Gesamt	58	100,00	

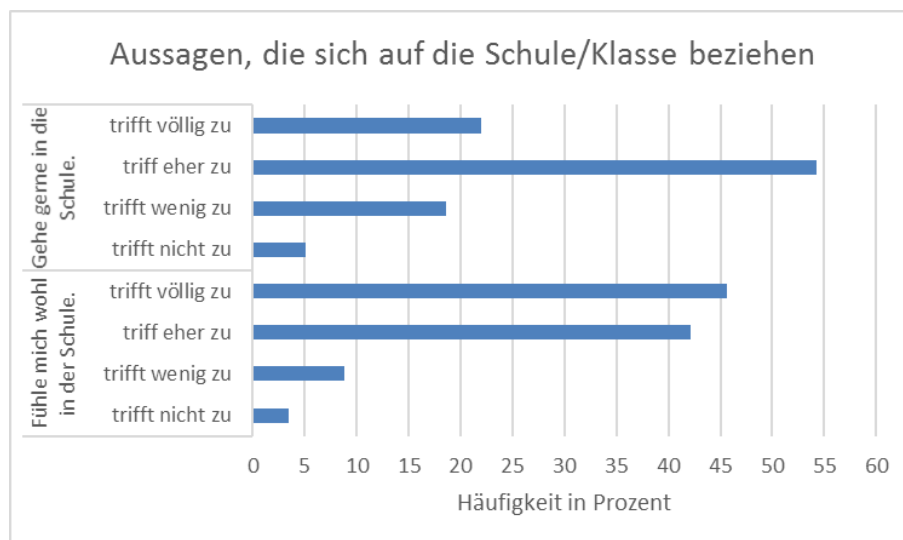
Die neunte Frage sollte feststellen, ob die Schüler und Schülerinnen der Meinung sind, dass sie sich auch außerhalb des Mathematikunterrichts mit Mathematik be-

schäftigen. Hier sind nur annähernd 37% der Meinung, dass sie sich auch außerhalb des Unterrichts mit Mathematik auseinandersetzen (s. Tab. 6.44).

Tab. 6.44.: Beschäftigung mit Mathematik außerhalb des Unterrichts

Mathematikinteresse	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozent
trifft völlig zu	8	13,33	13,33
trifft eher zu	14	23,33	36,67
trifft wenig zu	26	43,33	80,00
trifft nicht zu	12	20,00	100,00
Gesamt	60	100,00	

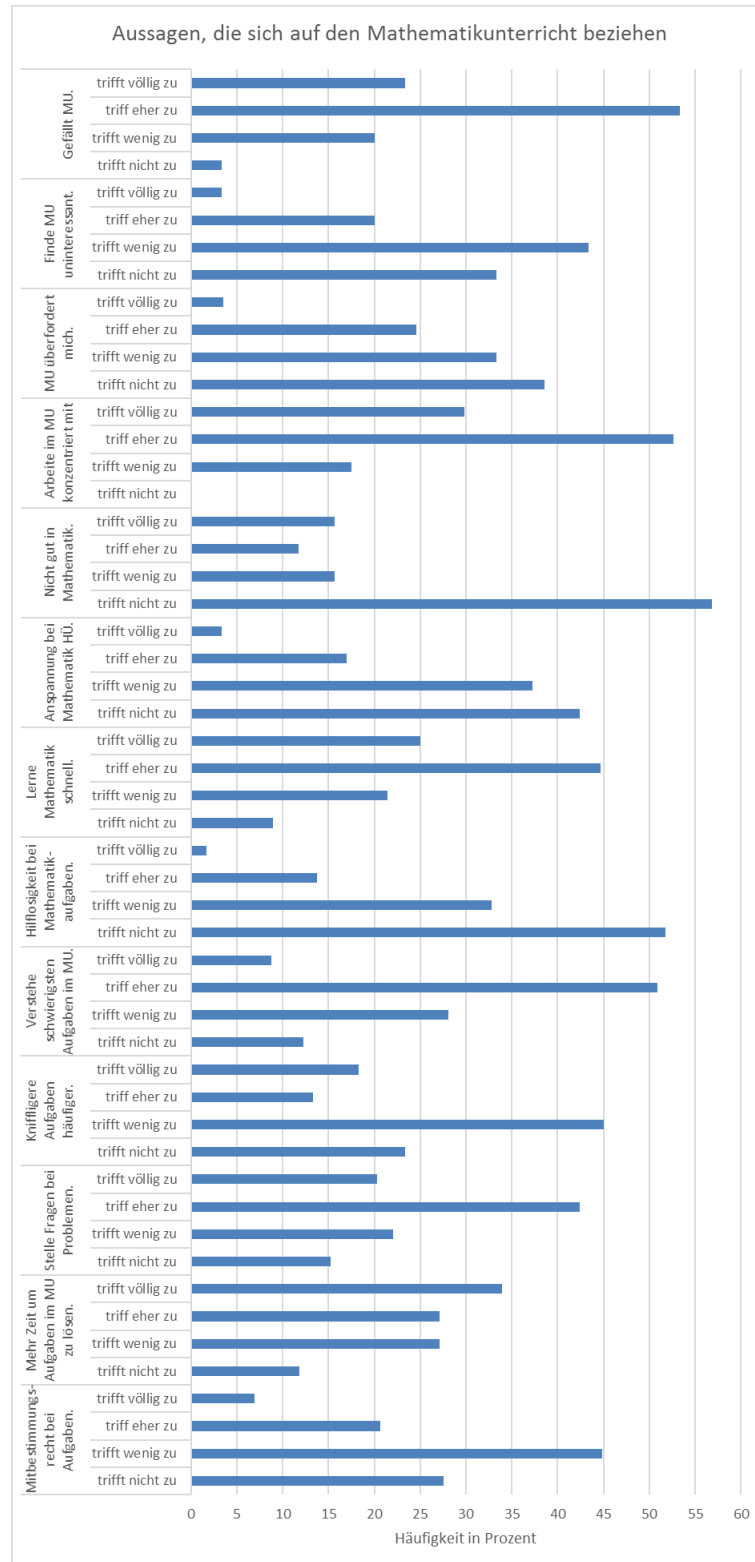
Aus Diagramm 6.11 lassen sich die Antworten der zehnten und elften Frage ablesen. Circa 76% der Schüler und Schülerinnen gehen eher oder völlig gern in die Schule. Dieses Ergebnis lässt sich mit der elften Frage in Verbindung setzen, denn hier geben ungefähr 88% an, dass sie sich wohl in der Schule fühlen.



Diagr. 6.11: Aussagen, die sich auf die Schule/Klasse beziehen

Die nächste Kategorie überprüft Aussagen, die sich auf den Mathematikunterricht beziehen. Die Ergebnisse dieses Blocks werden in Diagramm 6.12 grafisch dargestellt. Insgesamt gefällt der Mathematikunterricht ungefähr drei Viertel der befragten Schüler und Schülerinnen. Annähernd gleich viele Personen (ca. 77%) finden ihn interessant und circa 82% arbeiten konzentriert im Mathematikunterricht mit. Fast ein Drittel der Schüler und Schülerinnen ist völlig oder eher der Meinung, dass sie der Mathematikunterricht überfordert und in etwa 27% glauben, dass sie in Mathematik einfach nicht gut sind. Der Großteil der Probanden und Probandinnen ist jedoch der Meinung, dass sie Mathematik schnell lernen (ca. 70%). Ungefähr 20% fühlen Anspannung, wenn sie mathematische Hausaufgaben bearbeiten und rund

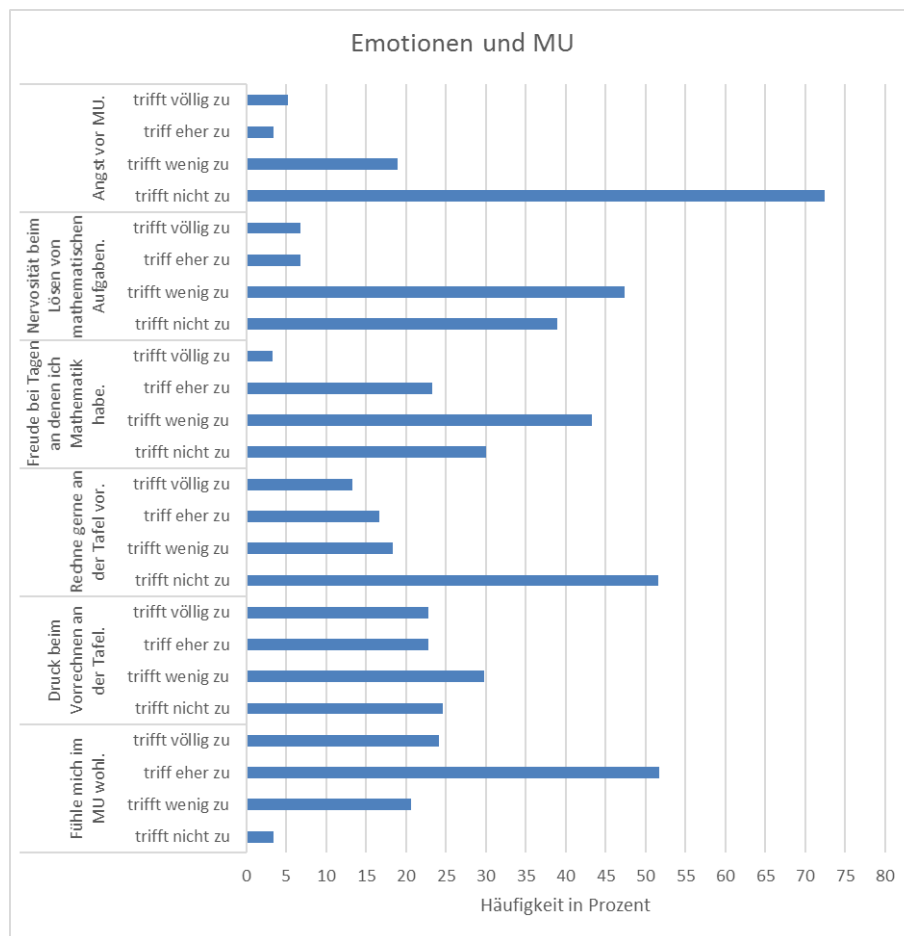
60% sind völlig oder eher der Meinung, dass sie bei Mathematikaufgaben hilflos sind. Insgesamt sind circa 51% eher und annähernd 9% völlig der Ansicht, dass sie auch die schwierigsten Aufgaben im Mathematikunterricht verstehen. Kniffligere Aufgaben erhoffen sich jedoch immerhin etwa 32% der Befragten. Die Mehrheit der Probanden und Probandinnen (ca. 61%) wünscht sich mehr Zeit, um Aufgaben im Mathematikunterricht zu lösen und ungefähr 63% stellt im Unterricht Fragen. Das Mitbestimmungsrecht bei Aufgaben fällt mit etwa 21% eher gering aus.



Diagr. 6.12: Aussagen, die sich auf den Mathematikunterricht beziehen

Der versteckte Fragenblock der „Emotionen im Mathematikunterricht“ (in der Kategorie: Aussagen, die sich auf den Mathematikunterricht beziehen) soll das emotionale Verhalten der Schüler und Schülerinnen abrufen. Aus Diagramm 6.13 lassen

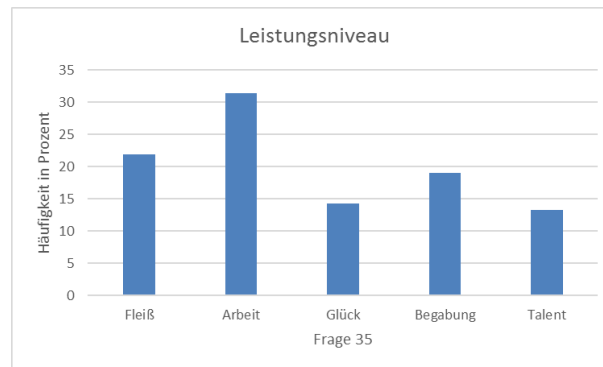
sich folgende Werte entnehmen: Nur circa 9% der Befragten haben Angst vor dem Mathematikunterricht und rund 14% sind nervös, wenn sie mathematische Aufgaben lösen. Das spiegelt auch Frage 30 wider, denn ungefähr 79% geben an, dass sie sich im Mathematikunterricht wohl fühlen. Jedoch freuen sich die Schüler und Schülerinnen nicht wirklich auf Tage, an denen Mathematik am Stundenplan steht. Nur circa 27% verbinden mit diesem Ereignis Freude. Fast drei Viertel der Schüler und Schülerinnen geben an, dass sie nicht gerne an der Tafel vorrechnen. Der mögliche Grund hierfür ist für beinahe 50%, dass sie sich unter Druck gesetzt fühlen. Über die anderen Ursachen kann in diesem Zusammenhang nur spekuliert werden.



Diagr. 6.13: Emotionen und Mathematikunterricht

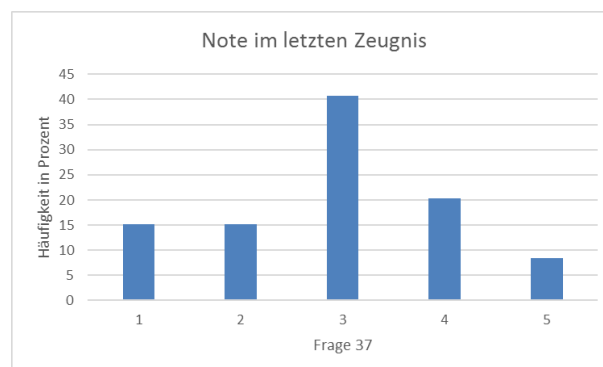
Mit der Frage „Leistungsniveau“ soll abgeprüft werden, worauf Schüler und Schülerinnen ihr Leistungsniveau zurückführen. Hier gaben beinahe 22% Fleiß, circa 32% Arbeit, in etwa 14% Glück, gegen 19% Begabung und durchschnittlich 13% Talent an (s. Diagr. 6.14). Daraus resultiert, dass die Mehrheit der Meinung ist, dass sie sich ihre Note im Mathematikunterricht erarbeiten müssen. Die Zeit, welche die Schüler und Schülerinnen für Mathematikhausübungen benötigen, liegt für beinahe 53% unter 20min und für fast 46% zwischen 20min und 40min. Nur knapp 2% benötigen

für die Bearbeitung ihrer Mathematikhausübung mehr als 40min.



Diagr. 6.14: Frage 35: Leistungsniveau

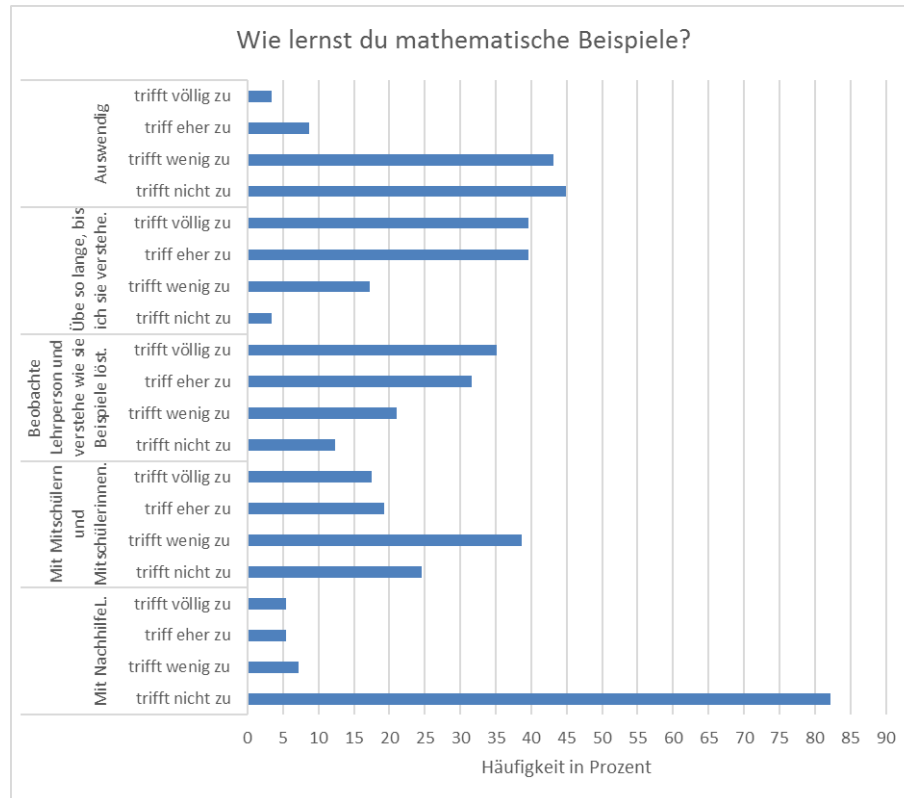
Die Notenverteilung gestaltet sich in etwa normalverteilt: Von den Befragten hatten ungefähr 15% ein „Sehr gut“, circa 15% ein „Gut“, beinahe 41% ein „Befriedigend“, gegen 20% ein „Genügend“ und etwa 9% ein „Nicht genügend“ im letzten Zeugnis (s. Diagr. 6.15)



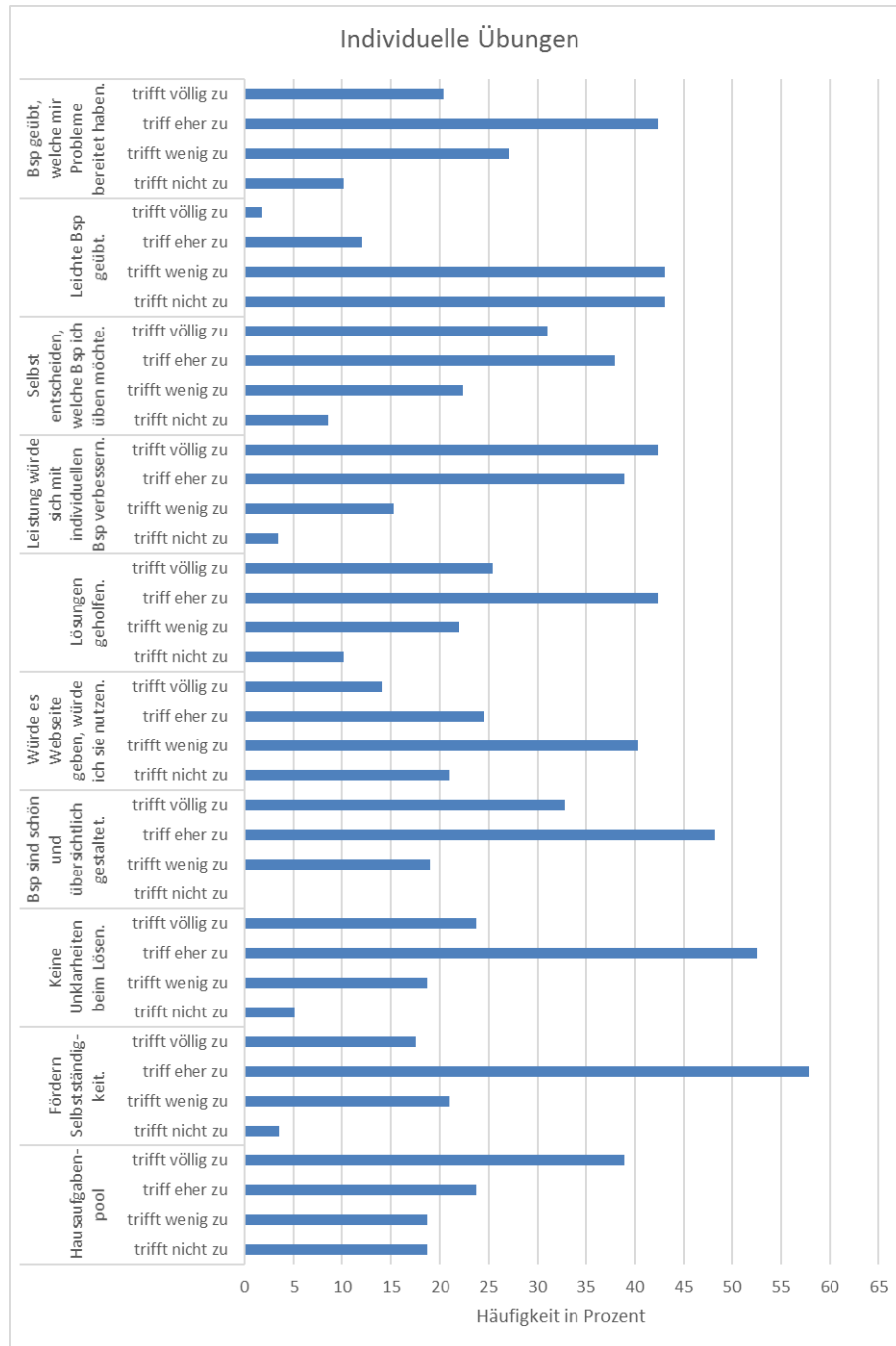
Diagr. 6.15: Frage 37: Note im letzten Zeugnis

Die nächste Kategorie soll Aufschluss darüber geben, wie Schüler und Schülerinnen mathematische Beispiele lernen. Nur ungefähr 12% sind der Meinung, dass sie die Beispiele auswendig lernen und durchschnittlich 78% geben an, dass sie die Beispiele so lange üben, bis sie diese verstehen. Knapp 67% geben an, dass sie durch die Beobachtung der Lehrperson Beispiele verstehen. Die Wenigsten lernen mit einem Nachhilfelehrer bzw. einer Nachhilfelehrerin (ca. 11%), rund 38% mit ihren Mitschülern und Mitschülerinnen. Vereinzelt wurde unter sonstige Methoden angegeben, dass mit der Familie bzw. Geschwistern geübt wird oder dass alleine gelernt wird (s. Diagr. 6.16).

Der letzte Teil umfasst das Thema „Individuelle Übungen“. Dabei wird versucht herauszufinden, wie die Schüler und Schülerinnen die Beispiele ausgesucht haben, welche sie geübt haben, ob sie der Meinung sind, dass sich ihre Leistungen dadurch

**Diagr. 6.16:** Lernmethoden

verbessern würden und ob sie ein Angebot in Form einer Webseite, wie z.B. „Neo-Lernhilfen OG“ nutzen würden. Die Ergebnisse sind in Diagramm 6.17 ersichtlich. Fast zwei Drittel der Befragten sind völlig oder eher der Meinung, dass sie Beispiele geübt haben, welche ihnen Probleme bereitet haben. Nur etwa 14% geben an, dass sie die leichten Aufgaben geübt haben. Die Mehrheit der Schüler und Schülerinnen sind der Ansicht, dass ihnen die Lösungen beim Erarbeiten geholfen haben (ca. 68%) und für ungefähr drei Viertel haben sich beim Lösen der Beispiele keine Unklarheiten ergeben. Die Probanden und Probandinnen sind sich einig, dass die Aufgaben schön und übersichtlich gestaltet wurden (ca. 81%). Insgesamt geben knapp 69% an, dass sie gern öfters selbst entscheiden würden, welche Beispiele sie üben möchten. Die Idee eines Hausaufgabenpools bevorzugen circa 63%. Drei Viertel der Schüler und Schülerinnen sind der Meinung, dass die individuellen Beispiele ihre Selbstständigkeit fördern würden und die Mehrheit (ca. 81%) ist der Überzeugung, dass das individuelle Üben ihre Leistung im Mathematikunterricht verbessern würde. Die Möglichkeit individuelle Beispiele in Form einer Online-Plattform zu üben, würden jedoch nur weniger als die Hälfte nutzen (ca. 39%).



Diagr. 6.17: Individuelle Übungen

Zwischenresümee

Schüler und Schülerinnen bevorzugen Aufgaben, bei denen sie die Vorgehensweise kennen. Sie lernen lieber mit einem Partner oder in Gruppen als alleine. Generell geht der Großteil der Befragten gern in die Schule und fühlt sich dort auch wohl.

Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen arbeiten konzentriert im Mathematikunterricht mit und nur die wenigsten sind überfordert. Mathematik wird schnell gelernt, jedoch wünschen sich mehr als 50% mehr Zeit beim Lösen von Aufgaben im Mathe-

matikunterricht. Das Mitbestimmungsrecht bei Aufgaben im Unterricht ist gering.

Schüler und Schülerinnen fühlen sich im Mathematikunterricht wohl und haben keine Angst davor. Mathematik am Stundenplan sorgt bei den meisten jedoch nicht für Freude. Vorrechnen an der Tafel bringt die Probanden und Probandinnen in eine Stresssituation.

Die Mehrheit ist der Meinung, dass sie sich ihre Mathematiknote durch Fleiß und Arbeit verdient. Mathematikhausübungen dauern im Durchschnitt nicht länger als 40min. Die Notenverteilung gestaltet sich normalverteilt. Beispiele werden kaum auswendig gelernt. Der Großteil gibt an, so lange zu üben, bis Beispiele verstanden werden und dass sie Aufgaben, welche die Lehrperson an der Tafel vorzeigt, nachvollziehen können. Außerdem wird teilweise zusammen mit Mitschülern und Mitschülerinnen gelernt.

Es wurden hauptsächlich Beispiele geübt, die den Teilnehmern und Teilnehmerinnen Probleme bereitet haben und nicht nur die leichten Aufgaben. Die Lösungen waren für den Großteil der Befragten eine Hilfe, um die Beispiele zu verstehen. Circa drei Viertel der Schüler und Schülerinnen wünschen sich ein Mitentscheidungsrecht bei Übungsaufgaben und zwei Drittel würden die Idee eines Hausaufgabenpools begrüßen. Die Probanden und Probandinnen sind sich einig, dass individuelle Übungen ihre Leistung verbessern und ihre Selbstständigkeit fördern würden. Die Möglichkeit individuelle Beispiele in Form einer Online-Plattform zu üben, findet jedoch keine überwiegend große Zustimmung bei den Befragten. Die Hypothese, dass individuelle Übungen von Schülern und Schülerinnen angenommen werden, kann somit in Bezug auf den Mathematikunterricht gestützt werden. Auch die Idee einer Online-Plattform würden ungefähr 40% der Probandinnen und Probanden begrüßen.

Die durchgeführten qualitativen Interviews bestätigen diese Ergebnisse. Die Schüler und Schülerinnen befürworten die Idee des individuellen Übens. Sich Beispiele selbst aussuchen zu können und zwischen leichten und schwierigen Aufgaben wählen zu können, bewerten sie als positiv. Sie wählten vor allem jene Beispiele aus, bei denen sie Probleme hatten, um so ihre Leistungen zu verbessern. Sie sind der Meinung, dass sich das individuelle Üben gelohnt hat, da sie sich Aufgaben aussuchen können, die ihnen Probleme bereiten und sich auf diese konzentrieren können. Sie würden gern öfters individuelle Beispiele bearbeiten, denn somit kann jeder Schüler und jede Schülerin selbst entscheiden, wie viel sie üben möchten. Nach Bearbeitung der individuellen Übungen fühlen sie sich in diesem Bereich sicherer. Sie sind jedoch auch der Ansicht, dass sie selbstständig sein müssen, wenn sie keine festgelegte Hausübung bearbeiten müssen, sondern frei wählen dürfen, was sie üben möchten.

6.2.2.2. Auswertung des Fragenblocks „Individuelle Übungen“ unter Betrachtung des Interesses für Mathematik

In diesem Kapitel wird der Bereich der „Individuelle Übungen“ unter Betrachtung des Interesses für Mathematik diskutiert. Es soll herausgefunden werden, ob sich Schüler und Schülerinnen, welche sich eher oder völlig für Mathematik interessieren, für individuelle Beispiele begeistern können und ein Angebot in Form einer Webseite nutzen würden. Diagramm 6.18 zeigt die grafische Auswertung der Ergebnisse.

Hypothese H_4 :

Individuelle Übungen werden eher von Schülern und Schülerinnen, welche sich für Mathematik interessieren, angenommen.

Schüler und Schülerinnen die den Punkt „Ich interessiere mich für das Fach Mathematik“ angekreuzt haben, werden als mathematikinteressiert und Probanden und Probandinnen die angaben, dass sie sich nicht für Mathematik interessieren als nicht mathematikinteressiert bezeichnet. Zu diesem Zwecke wurden mit dem Programm Access Abfragen durchgeführt. Eine Abfrage ergab eine Tabelle mit den Datensätzen der mathematikinteressierten, die andere Abfrage eine Tabelle mit den Datensätzen der nicht mathematikinteressierten Schüler und Schülerinnen. Die beiden Tabellen wurden anschließend in das Programm Excel importiert und ausgewertet.

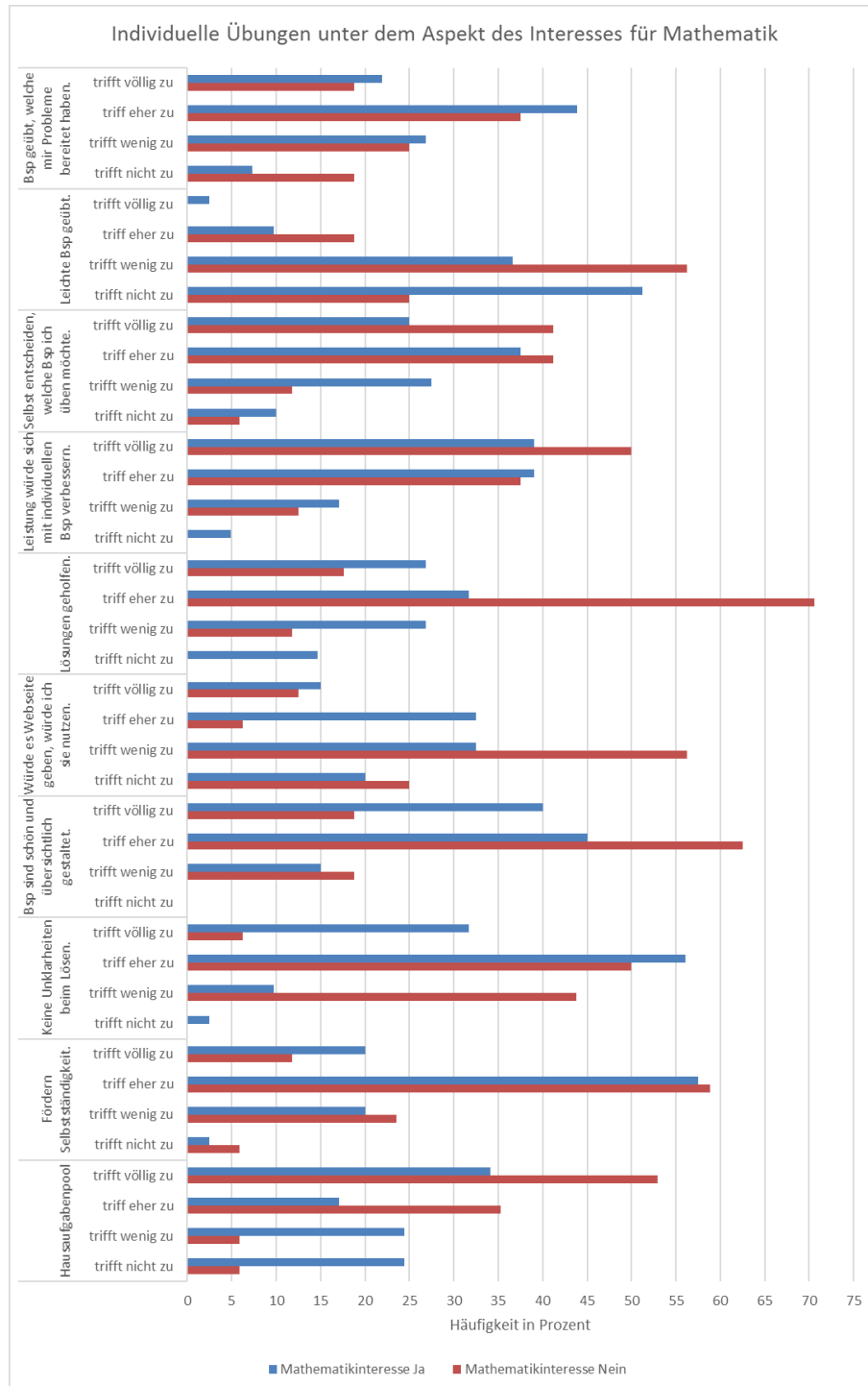
Insgesamt gibt es 41 mathematikinteressierte (ca. 71% aller Befragten) und 17 nicht mathematikinteressierte (ca. 29% aller Befragten) Schüler und Schülerinnen. In der Auswertung ist erkennbar, dass von den Schülern und Schülerinnen, welche sich nicht für Mathematik interessieren zu 19% jene Beispiele nicht geübt haben, bei denen sie Probleme hatten. Allerdings haben diese Probanden und Probandinnen auch zu einem Großteil die für sie einfacheren Beispiele (81%) nicht geübt. Dem gegenüber haben nur ungefähr 7% der mathematikinteressierten Befragten angegeben, dass sie die für sie mit Problemen behafteten Beispiele nicht durchgerechnet haben. Außerdem gaben nur in etwa 12% dieser Personengruppe an, nur die „leichten“ Beispiele geübt zu haben. Hier lässt sich eine Tendenz erkennen: Mathematikinteressierte Schüler und Schülerinnen neigen eher dazu, alle Beispiele zu üben. Besonders aber jene, bei denen sie Probleme hatten.

Für mathematikdesinteressierte Schüler und Schülerinnen waren die Lösungen eine große Hilfe. Dies gaben ca. 88% der Befragten an. Im Vergleich dazu waren die Lösungen nur für 59% der mathematikinteressierten Versuchspersonen eine Hilfe, um die Aufgaben zu verstehen. Ungefähr 88% der befragten Mathematikbegeisterten hatten mit der Aufgabenstellung keine Probleme, während in der anderen Versuchsgruppe doch beinahe 44% angaben, mit den Beispielen Probleme zu haben. Durch

diese Auswertung wird ersichtlich, dass eine kleinere Anzahl von Schülern und Schülerinnen, welche sich für Mathematik interessieren, Lösungen brauchen, um Beispiele zu verstehen und dass sich für diese Befragten auch kaum Unklarheiten beim Lösen der Beispiele ergeben haben.

Im Punkt „Übersichtlichkeit und Gestaltung der Beispiele“ sind beide Gruppen der Meinung, dass die Aufgaben eher oder völlig übersichtlich und schön gestaltet wurden. Ungefähr 82% der eher wenig bis kaum mathematikinteressierten Schüler und Schülerinnen würde sich wünschen, öfters selbst entscheiden zu können, welche Aufgaben sie üben möchten. Weitaus weniger Befragte, welche sich für Mathematik interessieren, haben diesen Wunsch (ca. 63%). Fast alle Schüler und Schülerinnen, die kaum Begeisterung für Mathematik hegen, würden die Idee eines Hausaufgabenpools begrüßen (ca. 88%). Hingegen wünscht sich nur circa die Hälfte der anderen Gruppe einen Hausaufgabenpool. Hier lässt sich ein Trend erkennen: Schüler und Schülerinnen, die sich eher bis gar nicht für Mathematik interessieren, würden sich eher individuelle Beispiele und einen Hausaufgabenpool wünschen.

Circa gleich viele Personen beider Gruppen sind der Ansicht, dass die individuellen Beispiele ihre Selbstständigkeit fördern würde (ca. 71% - 78%). Auch die Meinung, dass die individuellen Beispiele die Leistungen in Mathematik verbessern würde, ist beinahe gleich verteilt. Die Möglichkeit individuelle Beispiele in Form einer Online-Plattform zu üben, würden fast die Hälfte der mathematikinteressierten Befragten nutzen, jedoch nur unter 20% der anderen Gruppe. Hier wird deutlich, dass Schüler und Schülerinnen, welche sich für Mathematik interessieren, eher die Möglichkeit, Beispiele in Form einer Online-Plattform zu üben, nutzen würden.



Diagr. 6.18: Individuelle Übungen unter Betrachtung des Interesses für Mathematik

Zwischenresümee

Wird in der Untersuchung zwischen mathematikinteressierten und nicht mathematikinteressierten Schülern und Schülerinnen differenziert, so gelangt man zu folgendem Ergebnis: Man kann das Lernen der Probanden und Probandinnen, welche sich nicht für Mathematik interessieren, unterstützen, indem man ihnen Lösungen

von Aufgaben bereitstellt. Mathematikinteressierte Teilnehmer und Teilnehmerinnen üben Beispiele, bei denen sie Probleme haben und nicht nur die leichten Aufgaben. Schüler und Schülerinnen mit wenig bis kaum Interesse für Mathematik wünschen sich eher ein Mitbestimmungsrecht bei Übungsaufgaben und würden sich für die Idee eines Hausaufgabenpools begeistern. Die beiden Gruppen sind sich einig, dass die Selbstständigkeit und die Leistung im Mathematikunterricht durch individuelle Beispiele gefördert werden würde. Eine Webseite mit individuellen Beispielen würden eher leistungsstarke Schüler und Schülerinnen bevorzugen.

Somit kann die Hypothese, dass individuelle Übungen eher von Schülern und Schülerinnen, welche sich für Mathematik interessieren angenommen werden, nur teilweise gestützt werden. Sie würden ein Onlineangebot eher nutzen und haben sich beim Üben eher auf die Beispiele konzentriert, die ihnen Probleme bereitet haben. Jedoch würden sich Probanden und Probandinnen, die sich nicht für Mathematik interessieren, eher ein Mitbestimmungsrecht bei der Auswahl von Übungsbeispielen wünschen.

6.2.2.3. Auswertung des Fragenblocks „Individuelle Übungen“ unter Betrachtung der Noten

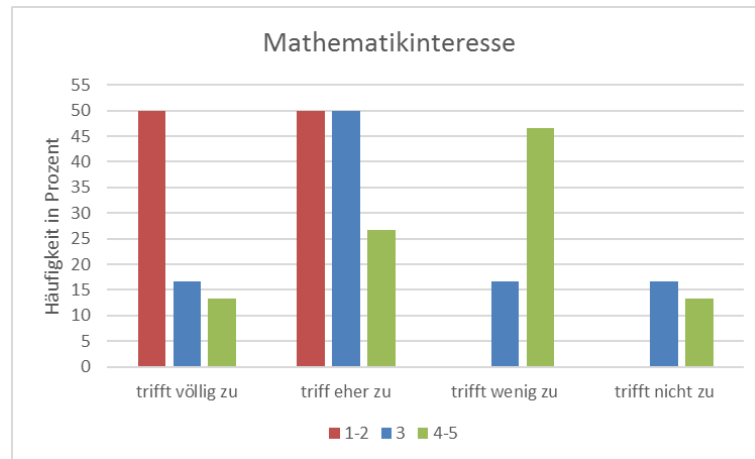
Dieser Absatz behandelt den Bereich „Individuelle Übungen“ unter Betrachtung der Leistung im Mathematikunterricht. Es soll herausgefunden werden, ob sich Schüler und Schülerinnen, welche leistungsschwach sind, für individuelle Beispiele begeistern können und ein Angebot in Form einer Webseite nutzen würden. Diagramm 6.20 zeigt die grafische Auswertung der Ergebnisse.

Hypothese H_5 :

Individuelle Übungen werden von leistungsschwachen Schülern und Schülerinnen angenommen.

Schüler und Schülerinnen mit den Noten „Sehr gut“ und „Gut“ werden als leistungsstark, Befragte mit der Note „Befriedigend“ als leistungsdurchschnittlich und Probanden und Probandinnen mit den Noten „Genügend“ und „Nicht genügend“ als leistungsschwach bezeichnet. Zu diesem Zwecke wurden mit dem Programm Access Abfragen durchgeführt. Eine Abfrage ergab eine Tabelle mit den Datensätzen der leistungsschwachen, die andere Abfrage eine Tabelle mit den Datensätzen der leistungsdurchschnittlichen und eine Abfrage eine Tabelle mit den Datensätzen der leistungsschwachen Schüler und Schülerinnen. Die beiden Tabellen wurden anschließend in das Programm Excel importiert und ausgewertet.

Insgesamt gibt es 18 leistungsstarke (ca. 30% der Befragten), 24 leistungsdurchschnittliche (ca. 41% der Befragten) und 17 leistungsschwache (ca. 29% der Befragten) Schüler und Schülerinnen. Aus Diagramm 6.19 ist zu entnehmen, dass sich alle Befragten mit den Noten „Sehr gut“ und „Gut“ eher oder völlig für Mathematik interessieren. Zwei Drittel der Schüler und Schülerinnen mit durchschnittlicher Leistung in Mathematik beschäftigen sich gern mit Mathematik und nur ungefähr 40% der leistungsschwachen Schüler und Schülerinnen hegen Interesse für Mathematik.



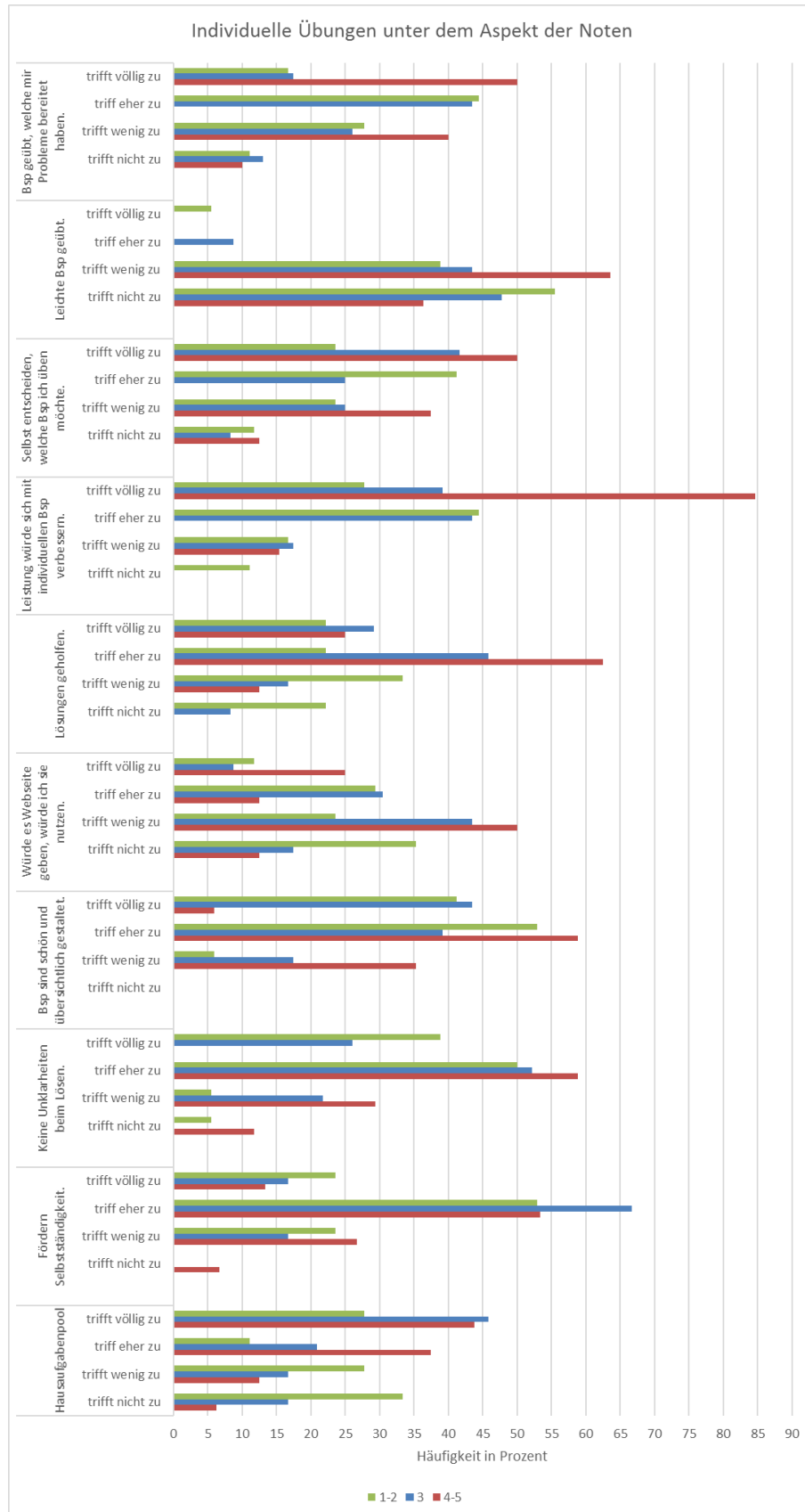
Diagr. 6.19: Interesse für Mathematik unter Betrachtung der Noten

Aus der Analyse der Daten, wie auch in Diagramm 6.20 ersichtlich, lässt sich schließen, dass circa gleich viele leistungsschwache (ca. 50%) und leistungsstarke Schüler und Schülerinnen (ca. 61%) Beispiele geübt haben, welche ihnen Probleme bereitet haben. Die leistungsschwachen Schüler und Schülerinnen haben grundsätzlich nicht nur die leichten Beispiele geübt. Bei den anderen beiden Gruppen gibt es jedoch mit circa 6% und circa 9% Teilnehmer und Teilnehmerinnen, die sehr wohl nur leichte Beispiele gelernt haben. Bei diesen beiden Punkten lassen sich jedoch kaum Differenzen zwischen den leistungsstarken, leistungsdurchschnittlichen und leistungsschwachen Schülern und Schülerinnen feststellen.

Für die Mehrheit der Befragten mit den Noten „Befriedigend“ (ca. 75%), „Genügend“ und „Nicht genügend“ (ca. 88%) stellten die bereitgestellten Lösungen eher oder völlig eine Hilfe dar. Weniger als die Hälfte der leistungsstarken Schüler und Schülerinnen hingegen haben die Lösungen der Aufgaben als hilfreich empfunden (ca. 44%). Für ungefähr 90% der leistungsstarken, 78% der leistungsdurchschnittlichen und 60% der leistungsschwachen Probanden und Probandinnen haben sich keine Unklarheiten beim Lösen der Beispiele ergeben. Hier lässt sich folgender Trend erkennen: Für leistungsschwache Schüler und Schülerinnen ist die Bereitstellung einer Lösung wichtig, damit sie Beispiele besser verstehen.

Die Mehrheit der Schüler und Schülerinnen mit starker (ca. 94%) bzw. durchschnittlicher Leistung (ca. 83%) fanden die Gestaltung der Beispiele schön und übersichtlich. Nur ungefähr 65% der übrigen Gruppe teilte diese Meinung. Circa zwei Drittel der leistungsstarken und leistungsdurchschnittlichen Befragten würde gern öfters selbst entscheiden, welche Beispiele sie üben möchten. Dieser Ansicht sind nur in etwa 50% der leistungsschwachen Teilnehmer und Teilnehmerinnen. Insgesamt haben jedoch 50% der Lernenden mit schwächerer Leistung angegeben, dass es völlig zutrifft, dass sie sich Mitentscheidungsrecht bei Übungsaufgaben wünschen. Nur knapp ein Viertel der anderen Gruppe hat diese Antwortmöglichkeit gewählt. Einen Hausaufgabenpool würden eher die Probanden und Probandinnen mit durchschnittlichen (ca. 67%) und schwächeren Leistungen (81%) in Mathematik bevorzugen. Nur bei nahe 40% der anderen Gruppe würde die Idee des Hausaufgabenpools begrüßen. Daraus kann man schließen, dass Schüler und Schülerinnen, die im Mathematikunterricht bessere Noten haben, individuelle Beispiele eher bevorzugen würden, jedoch nicht in Form von Hausaufgabenpools. Leistungsschwächere Schüler und Schülerinnen würden sich einen Hausaufgabenpool wünschen.

Die Mehrheit der Befragten ist der Meinung, dass mit dem Einsatz von individuellen Beispielen die Selbstständigkeit gefördert würde und insgesamt sind sich alle drei Gruppen einig, dass sich ihre Leistung durch den Einsatz von individuellen Beispielen verbessern würde. Circa 40% der Teilnehmer und Teilnehmerinnen pro Gruppe würde die Möglichkeit, individuelle Beispiele in Form einer Online-Plattform zu üben, nutzen. Durch diese Auswertung wird ersichtlich, dass die unterschiedlichen Noten in diesen Punkten keine deutlichen Unterschiede hervorbringen.



Diagr. 6.20: Individuelle Übungen unter Betrachtung der Noten

Zwischenresümee

Differenziert man zwischen leistungsstarken und leistungsschwachen Probanden und Probandinnen, so ergibt sich folgendes Ergebnis: Um leistungsschwache Schüler und Schülerinnen im Lernen zu unterstützen, empfiehlt sich die Bereitstellung von Lösungen. Außerdem befürworten sie die Idee eines Hausaufgabenpools. Vor allem Lernende, die leistungsstark sind, würden sich mehr Mitentscheidungsrecht bei der Auswahl von Übungsbeispielen wünschen. Insgesamt sind sich beide Gruppen einig, dass individuelle Beispiele die Selbstständigkeit fördern und ihre Leistung im Mathematikunterricht verbessern würden. Die Möglichkeit individuelle Beispiele in Form einer Online-Plattform zu üben, würde nur von weniger als der Hälfte der Teilnehmer und Teilnehmerinnen angenommen werden.

Die Hypothese, dass leistungsschwache Schüler und Schülerinnen individuelle Übungen nutzen würden, kann gestützt werden, da vor allem diese Probanden und Probandinnen angegeben haben, dass sie gern selbst entscheiden würden, welche Beispiele sie üben möchten. Sie haben hauptsächlich nicht nur die leichten Aufgaben bearbeitet, sondern die Beispiele geübt, welche ihnen Probleme bereitet haben. Individuelle Übungen in Form von Hausaufgabenpools würden diese Teilnehmer und Teilnehmerinnen begrüßen.

6.3. Diskussion der Ergebnisse

Aufgrund der Ergebnisse der durchgeführten empirischen Untersuchungen ergeben sich folgenden Schlussfolgerungen für die einzelnen Hypothesen:

- Die erste Hypothese H_1 kann bestätigt werden. Die individuellen Leistungen der Schüler und Schülerinnen der Versuchsgruppe haben sich nach der Bearbeitung von individuellen Übungen verbessert.
- Die zweite Hypothese H_2 kann insofern validiert werden, als bei der Versuchsgruppe eine etwas größere Leistungssteigerung als bei der Kontrollgruppe erkennbar ist.
- Die dritte Hypothese H_3 kann in Bezug auf den Mathematikunterricht gestützt werden. Individuelle Übungen werden von den Schülern und Schülerinnen angenommen.
- Die vierte Hypothese H_4 kann nur teilweise bestätigt werden. Mathematikinteressierte Lernende üben eher Beispiele, die ihnen Probleme bereiten, um sich zu verbessern und würden eher ein Onlineangebot zum Üben nutzen. Mehr Mitbestimmungsrecht im Unterricht würden sich jedoch Schüler und Schülerinnen, welche sich nicht für Mathematik interessieren, wünschen. Bezieht man sich rein auf die Bearbeitung der Beispiele und auf die Nutzung des Onlineangebots, so kann die Hypothese bestätigt werden. Individuelle Übungen werden eher von Schülern und Schülerinnen, welche sich für Mathematik interessieren, angenommen.
- Die fünfte Hypothese H_5 kann gestützt werden. Individuelle Übungen werden von leistungsschwachen Schülern und Schülerinnen angenommen.

Folgerungen für den Mathematikunterricht

Im theoretischen Teil dieser Arbeit wurden die individuellen Unterschiede der Schüler und Schülerinnen bereits vorgestellt. Die Lernenden differieren in einigen wichtigen Punkten, die speziell für den Mathematikunterricht von Interesse sind. Hier sind vor allem ihr Leistungsniveau, ihre Vorkenntnisse und ihre Motivation zu nennen.

Da wir uns in einem Zeitalter befinden, in dem Klassen nicht mehr selektiv aussortiert werden und in dem man sich von homogenem Unterricht entfernt, muss auf diese individuellen Unterschiede der Schüler und Schülerinnen eingegangen werden. Dem Wort Differenzierung wird in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung

zugeschrieben. Um den unterschiedlichen Anforderungen der Schüler und Schülerinnen gerecht zu werden, empfiehlt es sich, den Unterricht differenziert zu gestalten. Hierbei eignen sich vor allem die Konzepte der Binnendifferenzierung.

Die individuellen Beispiele lassen sich dabei in Form von unterschiedlichen Methoden, Sozialformen, Medien oder Themen einsetzen. Die individuellen Übungen können in Form von Einzelarbeit, aber auch von Gruppen- oder Partnerarbeiten eingesetzt werden. Man sollte bei der Unterrichtsplanung eine Sozialform, bei der mit einem Partner oder einer Gruppe gelernt wird favorisieren, denn wie in Unterkapitel 6.2.2.1 „Auswertung einzelner Fragen“ ersichtlich, bevorzugen Schüler und Schülerinnen diese Sozialformen.

Vor allem bei offenen Unterrichtsformen eignet sich der Einsatz der individuellen Aufgaben. Als Beispiele, um sie in den Unterricht zu integrieren, seien hier die Methoden der Gruppenarbeit, des Gruppenpuzzles, des Stationsbetriebs oder die Ich-Du-Wir Methode genannt. Um unterschiedliche Medien im Unterricht zu nutzen, können diese Aufgaben auch mittels Computer oder Tablets umgesetzt werden.

Die individuellen Aufgaben fungieren auch für Differenzierung auf thematischer Ebene. Die unterschiedlichen Formen, Themen und Schwierigkeitsgrade der Beispiele eignen sich, um die Schüler und Schülerinnen gemäß ihrer individuellen Fähigkeiten zu fördern.

Dass sich der Einsatz von diesen individuellen Beispielen für Schüler und Schülerinnen lohnt, konnte mit der durchgeführten empirischen Untersuchung bestätigt werden. Die Leistungen der Lernenden, welche individuell üben, verbessern sich. Außerdem kann eine etwas größere Leistungssteigerung der Schüler und Schülerinnen, welche sich individuelle Beispiele ausgesucht und diese geübt haben, im Gegensatz zu den Probanden und Probandinnen, welche vorgegebene Aufgaben bearbeitet haben, nachgewiesen werden. Schüler und Schülerinnen wählen sich aus den Aufgaben jene aus, die ihnen Probleme bereiten. Mit Hilfe von den bereitgestellten Lösungen fällt es ihnen leichter, Aufgaben zu verstehen. Sie wünschen sich ein Mitbestimmungsrecht bei Übungsaufgaben. Dieser Forderung könnte man mit dem Einsatz von individuellen Beispielen nachkommen.

7. Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden fundamentale Aspekte der Differenzierung und Individualisierung vorgestellt. Es wurde eine Methode entwickelt, um auf die individuellen Unterschiede der Lernenden einzugehen.

Damit differenziert werden kann, muss zuerst verstanden werden, was der Begriff „Lernen“ bedeutet und wie Lernen im Gehirn funktioniert. Dazu wurden die fundamentalen Aussagen der einzelnen lerntheoretischen Ansätze kurz vorgestellt. Auch wurde ein grober Überblick über Lernen als neurologischen Prozess gegeben. Es wurde auf Gedächtnistheorien, welche von Informationsverarbeitungsprozessen ausgehen, eingegangen.

Im nächsten Schritt wurden die individuellen Unterschiede der Lernenden erörtert. Dazu wurden einzelne Faktoren, wie Geschlecht, Alter, familiärer Hintergrund, Intelligenz, Vorkenntnisse, Motivation und Lerntypen beschrieben.

Ist man sich im Klaren, was „Lernen“ bedeutet und hat man auch die vielen Faktoren, welche Schüler und Schülerinnen voneinander unterscheiden, begriffen, so kann man sich mit den unterschiedlichen Differenzierungsmöglichkeiten in der Schule und im Mathematikunterricht auseinandersetzen. Hier wurde auf die innere und äußere Differenzierung in der Schule eingegangen und anschließend die Differenzierung im Lehrplan betrachtet. Im Anschluss wurden Methoden vorgestellt, um einen individuellen und differenzierten Mathematikunterricht zu gestalten.

Eine mögliche Methode, um Schüler und Schülerinnen entsprechend ihrer Fähigkeiten und Interessen zu fördern, sind individuelle Übungen. Um zu überprüfen, ob sich eine Leistungssteigerung bei individuell übenden Kindern feststellen lässt, wurde eine empirische Untersuchung durchgeführt. Es wurde auch die Frage, ob Schüler und Schülerinnen individuelles Üben annehmen, untersucht. Dazu wurden Fragebögen ausgegeben und Leistungsüberprüfungen in Form von Tests absolviert. Mit Hilfe von deskriptiven Statistiken wurden die Ergebnisse der Tests und Fragebögen anschließend ausgewertet.

7.1. Resümee

Die ausgewerteten Ergebnisse weisen darauf hin, den Mathematikunterricht mit individuellen Übungsphasen zu ergänzen und zeigen auf, dass individuelles Üben einen positiven Einfluss auf die Leistung von Schülern und Schülerinnen hat.

Anhand der Auswertungen der Leistungsüberprüfungen, lässt sich eine Leistungssteigerung durch das Bearbeiten von individuellen Übungen feststellen. Somit kann die Frage, ob sich die Leistung von Schülern und Schülerinnen im Mathematikunterricht durch individuelles Üben verbessert, positiv beantwortet werden.

Die Ergebnisse der Fragebögen lassen eine Tendenz erkennen: Schüler und Schülerinnen bearbeiten jene Beispiele eher, die ihnen Probleme bereiten. Die Bereitstellung einer Lösung ist vor allem für leistungsschwächere Schüler und Schülerinnen von Nutzen. Die Lernenden wünschen sich ein Mitbestimmungsrecht bei Übungsaufgaben und würden die Idee eines Hausaufgabenpools begrüßen. Folglich kann auch die Frage, ob Schüler und Schülerinnen die Idee von individuellen Übungen annehmen, positiv beantwortet werden.

Die Ergebnisse dieser Studie fordern den Einsatz von individuellen Übungsphasen im Mathematikunterricht, um die individuellen Interessen und Fähigkeiten der Schüler und Schülerinnen zu fördern.

7.2. Ausblick

Differenzierung und Individualisierung im Unterricht gewinnt immer mehr an Bedeutung. Als Lehrperson muss man auf die individuellen Unterschiede der Schüler und Schülerinnen eingehen, um diese bestmöglich zu fördern. Es ist wichtig, den Unterricht vielseitig und vielschichtig zu gestalten, sodass alle Lern- und Interessentypen angesprochen werden. Darum empfiehlt sich der Einsatz von individuellen Beispielen.

Natürlich sollten auch weitere Differenzierungsmethoden eingesetzt werden. Beispiele hierfür wäre der Einsatz von verschiedenen Methoden, die Gestaltung des Unterrichts durch verschiedene Sozialformen, Medien und Themen. Um den Mathematikunterricht abwechslungsreich zu gestalten, können verschiedenen Herangehensweisen eingesetzt werden. Sie eignen sich für unterschiedliche Phasen des Unterrichts (z.B. in der Einführungs- oder Erarbeitungsphase, zum Üben, Vertiefen oder Wiederholen). Durch den Einsatz von verschiedenen Methoden werden unterschiedliche

Lerntypen angesprochen. Den Einsatz von verschiedenen Sozialformen kann man auch mit dem Einsatz von verschiedenen Methoden erreichen. Da Schüler und Schülerinnen das Lernen in Gruppen bzw. mit einem Partner bevorzugen, sollte man eine dieser Sozialformen wählen. Unterschiedliche Medien können wiederum die individuellen Vorlieben der Schüler und Schülerinnen ansprechen und sie motivieren. Somit sollte man versuchen, durchaus in den Computerraum auszuweichen oder Tablets und andere Schulbücher im Unterricht zu verwenden. Ein vielfältig und abwechslungsreich gestalteter Unterricht kann die Motivation und die Interessen der Schüler und Schülerinnen für den Mathematikunterricht wecken.

Eine Frage, die sich für mich im Rahmen dieser Arbeit ergeben hat, ist, ob kleinere Klassengrößen das Leistungsniveau der Schüler und Schülerinnen fördern würden. Vergleicht man die Testergebnisse der 4. Klassen des BRG Keplerstraße Graz und der NMS St. Michael, so ist eine größere Leistungssteigerung der Teilnehmer und Teilnehmerinnen der NMS St. Michael im Gegensatz zum BRG Keplerstraße Graz ersichtlich. Das könnte eventuell daran liegen, dass während den Übungsphasen im Computerraum die Lernenden auf Grund der kleinen Klassengröße besser betreut werden konnten. Alle Fragen konnten beantwortet werden, für jeden Schüler und für jede Schülerin war ausreichend Betreuungszeit vorhanden. Bei kleinen Klassengrößen gestaltet sich aus meiner Sicht außerdem die Differenzierung und Individualisierung des Unterrichts für die Lehrperson leichter, da sie auf weniger Schüler und Schülerinnen eingehen muss. Deshalb wäre meine Behauptung, dass kleinere Klassengrößen die Individualität und die Leistungsfähigkeit von Lernenden verbessern.

Literatur

- Abels, H. (2010). *Identität: Über die Entstehung des Gedankens, dass der Mensch ein Individuum ist, den nicht leicht zu verwirklichenden Anspruch auf Individualität und die Tatsache, dass Identität in Zeiten der Individualisierung von der Hand in den Mund lebt*, 2., überarbeitete und erweiterte Aufl., VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, Wiesbaden.
URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-92007-8> (Abruf am: 28. April 2016)
- Ahrling, I. (Hrsg.) (2002). *Differenzieren und individualisieren*, Praxis Schule 5 - 10 Extra, 1. Aufl., Westermann, Braunschweig.
- Altmann, W., Meißner, O. und Zöpfl, H. (1973). *Handbuch der Unterrichtspraxis: Grundbegriffe des Unterrichts und Organisation der Schule*, Bd. 1 von *Handbuch der Unterrichtspraxis*, 3. Aufl., Ehrenwirth, München.
- Anderson, J. R. (2005). *Cognitive psychology and its implications*, 6. Aufl., Worth Publ, New York.
- Anderson, J. R., Funke, J. und Neuser-von Oettingen, K. (Hrsg.) (2013). *Kognitive Psychologie*, Lehrbuch, 7., erw. und überarb., neu gestaltete Aufl., Springer VS, Berlin.
- Asendorpf, J. (1988). *Keiner wie der andere: Wie Persönlichkeits-Unterschiede entstehen*, Piper, München.
URL: http://www.gbv.de/dms/faz-rez/880913_FAZ_0011_11_0003.pdf (Abruf am: 28. April 2016)
- Baddeley, A. D. (2001). Is working memory still working?, *American Psychologist* **56**(11): 851–864.
- Barzel, B., Büchter, A. und Leuders, T. (2015). *Mathematik-Methodik: Handbuch für die Sekundarstufe I und II*, 8. Aufl., Cornelsen, Berlin.
- Baur, N. und Blasius, J. (2014). *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.

- Becker, G., Lenzen, K.-D., Stäudel, L., Tillmann, K.-J., Werning, R. und Winter, F. (Hrsg.) (2004). *Heterogenität: Unterschiede nutzen, Gemeinsamkeiten stärken*, 22 2004 von *Friedrich Jahresheft*, Erhard Friedrich, Seelze.
- Blum, W. und Wiegand, B. (2000). Offene Aufgaben - wie und wozu?, *Mathematik Lehren* **100**: 52–55.
- Bönsch, M. (1995). *Differenzierung in Schule und Unterricht: Ansprüche, Formen, Strategien*, EGS-Texte, Ehrenwirth, München.
- Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler*, Springer-Lehrbuch, 5., vollst. überarb. und aktualisierte Aufl., Springer, Berlin.
- Bruder, R. (2003). Konstruieren – auswählen – begleiten: Über den Umgang mit Aufgaben, *Friedrich Jahresheft: Aufgaben 2003* .
- Craik, F. I. und Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* **11**(6): 671–684.
- Davis, J. T. (2001). Revising psychoanalytic interpretations of the past: An examination of declarative and non-declarative memory process, *International Journal of Psychoanalysis* **82**(3): 449–462.
- Ebner, M. und Schön, S. (Hrsg.) (2013). *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*, 2. Aufl., Epubli, Berlin.
URL: <http://l3t.eu/homepage/das-buch/ebook-2013> (Abruf am: 15. April 2016)
- Edelmann, W. und Wittmann, S. (2012). *Lernpsychologie: Mit Online-Materialien*, Psychologie 2012, 7., vollst. überarb. Aufl., Beltz, Weinheim.
URL: http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783621279772 (Abruf am: 10. April 2016)
- Engelkamp, J. (1991). *Das menschliche Gedächtnis: Das Erinnern von Sprache, Bildern und Handlungen*, 2. Aufl., Verl. für Psychologie Hogrefe, Göttingen.
- Feingold, A. (1992). Sex differences in variability in intellectual abilities: A new look at an old controversy, *Review of educational research* **62**(1): 61–84.
URL: <https://www.jstor.org/stable/pdf/1170716.pdf> (Abruf am: 28. April 2016)
- Friedman, L. (1995). The space factor in mathematics: Gender differences, *Review of educational research* **65**(1): 22–50.

- Frost, L. A., Hyde, J. S. und Fennema, E. (1994). Gender, mathematics performance, and mathematics-related attitudes and affect: A meta-analytic synthesis, *International Journal of Educational Research* **21**(4): 373–385.
- Gage, N. L., Berliner, D. C. und Bach, G. (Hrsg.) (1996). *Pädagogische Psychologie*, 5., vollständig überarb. Aufl., Beltz Psychologie Verl.-Union, Weinheim.
- Garner, B. K. (2009). *Ich hab's! Aha-Erlebnisse beim Lernen ; was schwachen Schülern wirklich hilft*, Beltz, Weinheim.
- Girmes, R. (2003). Die Welt als Aufgabe, *Friedrich Jahresheft 2003: Aufgaben. Lernen fördern – Selbständigkeit entwickeln* S. 6–11.
- Girmes, R. (2004). *(Sich) Aufgaben stellen*, Professionalisierung von Bildung und Unterricht, 1. Aufl., Kallmeyer, Seelze (Velber).
- Green, N. und Green, K. (2005). *Kooperatives Lernen im Klassenraum und im Kollegium: Das Trainingsbuch*, 1. Aufl., Kallmeyer bei Friedrich, Velber.
- Häder, M. (2010). *Empirische Sozialforschung*, 2., überarbeitete Aufl., VS Verl. für Sozialwiss, Wiesbaden.
URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-92187-7> (Abruf am: 30. April 2016)
- Hattie, J., Beywl, W. und Zierer, K. (2014). *Lernen sichtbar machen*, 2., korr. Aufl., Schneider-Verl. Hohengehren, Baltmannsweiler.
- Helmke, A. (1997). Individuelle Bedingungsfaktoren der Schulleistung: Ergebnisse aus dem SCHOLASTIK-Projekt, in F. E. Weinert und A. Helmke (Hrsg.), *Entwicklung im Grundschulalter*, Beltz Psychologie-Verl.-Union, Weinheim, S. 203–216.
- Helmke, A. (2006). Was wissen wir über guten Unterricht?, **58**(2): 42–45.
- Helmke, A. (2009). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*, 1. Aufl., Kallmeyer, Seelze-Velber.
- Hetherington, E. M., Camara, K. A. und Featherman, D. L. (1981). *Cognitive Performance, School Behavior, and Achievement of Children from One-Parent Households*, National Institute of Education, Washington, D.C.
URL: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED221780.pdf> (Abruf am: 28. April 2016)
- Heymann, H. W. (1991). Innere Differenzierung im Mathematikunterricht, *Mathematik Lehren* **49**: 63–66.

- Hill, W. F. (2002). *Learning: A survey of psychological interpretations*, 7. Aufl., Allyn and Bacon, Boston, MA.
- Holzinger, A. (2001). *Basiswissen Multimedia*, Vogel-Fachbuch, 1. Aufl., Würzburg.
- Hopf, D. (1974). *Differenzierung in der Schule*, 2 von *Veröffentlichungen der Forschungsgruppe Modellschulen*, 1. Aufl., Klett, Stuttgart.
- Horney, W. und Scheuerl, H. (1970). *Pädagogisches Lexikon*, Bd. 1, Bertelsmann, Gütersloh.
- Hoy, A. und Schönplflug, U. (2011). *Pädagogische Psychologie*, Pearson Studium Psychologie, 10. Aufl., Pearson Studium, München.
- Hußmann, S. und Prediger, S. (2007). Mit Unterschieden rechnen – Differenzieren und Individualisieren, *Praxis der Mathematik in der Schule* **49**(17).
- Hyde, J. S., Fennema, E. und Lamon, S. J. (1990). Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis, *Psychological bulletin* **107**(2): 139–155.
- Hyde, J. S. und Linn, M. C. (1988). Gender differences in verbal ability: A meta-analysis, *Psychological bulletin* **104**(1): 53–69.
- Jenkins, R., Burton, A. und Ellis, A. W. (2002). Long-term effects of covert face recognition, *Cognition* **86**(2): B43–B52.
- Kiesel, A. und Koch, I. (2012). *Lernen: Grundlagen der Lernpsychologie*, Basiswissen Psychologie, 1. Aufl., VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden, Wiesbaden.
URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-93455-6> (Abruf am: 15. April 2016)
- Koriat, A., Goldsmith, M. und Pansky, A. (2000). Toward a psychology of memory accuracy, *Annual review of psychology* **51**: 481–537.
- Lefrançois, G. R. (2000). *Psychology for teaching*, 10. Aufl., Wadsworth, Belmont, CA.
- Lefrançois, G. R. (2006). *Psychologie des Lernens*, Springer-Lehrbuch, 4., überarb. und erw. Aufl., Springer Medizin, Heidelberg.
- Legewie, H., Ehlers, W., Boerne, A. M. und Ehlers-Haenschke, W. (1972). *Knaurs moderne Psychologie*, 1. Aufl., Droemer Knaur, München.

- Leuders, T. und Prediger, S. (2012). Differenziert Differenzieren, in R. Lazarides (Hrsg.), *Differenzierung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*, Klinkhardt, Bad Heilbrunn.
- Magnussen, S., Greenlee, M. W., Aslaksen, P. M. und Kildebo, O. O. (2003). High-fidelity perceptual long-term memory revisited—and confirmed, *Psychological science* **14**(1): 74–76.
- Mazur, J. E. (2005). *Lernen und Gedächtnis*, PS - Pearson Studium Allgemeine Psychologie, 5., aktualisierte Aufl., Pearson Studium, München.
- Merz, F. (1996). Lernen, in W. Arnold, H. J. Eysenck und R. Meili (Hrsg.), *Lexikon der Psychologie*, 2. Band, Bechtermünz, Augsburg, S. 1239.
- Mielke, R. (2001). *Psychologie des Lernens: Eine Einführung*, 420. Band von *Urban-Taschenbücher*, Kohlhammer, Stuttgart.
- Mietzel, G. (2007). *Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens*, Lehrbuch, 8., überarb. und erw. Aufl., Hogrefe, Göttingen.
URL: <http://elibrary.hogrefe.de/9783840921001/A> (Abruf am: 16. April 2016)
- Mullis, I. V. S. (2008). *TIMSS 2007 international mathematics report: Findings from IEA's trend in international mathematics and science study at the fourth and eighth grades*, TIMSS & PIRLS International Study Center Lynch School of Education Boston College, Chestnut Hill, Mass.
- Mummendey, H. D. und Grau, I. (2008). *Die Fragebogen-Methode*, 5., überarb. und erw. Aufl., Hogrefe, Göttingen.
URL: http://haw-hamburg.ciando.com/shop/book/index.cfm/fuseaction/show_book/bok_id/14155 (Abruf am: 05. Mai 2016)
- Paradies, L. und Linser, H. J. (2009). *Differenzieren im Unterricht*, 4. Aufl., Cornelsen Scriptor, Berlin.
- Preuß, E. (Hrsg.) (1976). *Zum Problem der inneren Differenzierung*, Klinkhardts pädagogische Quellentexte, Klinkhardt, Bad Heilbrunn/Obb.
- Raithel, J. (2008). *Quantitative Forschung: Ein Praxiskurs*, 2., durchgesehene Aufl., VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, Wiesbaden.
URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-91148-9> (Abruf am: 05. Mai 2016)

- Richardson, J. T. E. (1996a). Evolving concepts of working memory, in J. T. E. Richardson, R. W. Engle, L. Hasher, R. H. Logie, E. R. Stoltzfus und R. T. Zacks (Hrsg.), *Working Memory and Human Cognition*, Oxford University Press.
- Richardson, J. T. E. (1996b). Evolving issues in working memory, in J. T. E. Richardson, R. W. Engle, L. Hasher, R. H. Logie, E. R. Stoltzfus und R. T. Zacks (Hrsg.), *Working Memory and Human Cognition*, Oxford University Press.
- Rodax, K. und Spitz, N. (1978). *Sozialstatus und Schulerfolg: Darstellung und Kritik der schichten-spezifischen Sozialisationsforschung*, Quelle & Meyer, Heidelberg.
- Rombach, H. (1970). *Lexikon der Pädagogik*, Bd. 1, neue ausgabe Aufl., Herder, Freiburg.
- Ruf, U. und Gallin, P. (1998). *Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik*, 1. und 2., Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung GmbH, Seelze-Velber.
- Ruf, U., Keller, S. und Winter, F. (Hrsg.) (2004). *Besser lernen im Dialog: Dialogisches Lernen in der Unterrichtspraxis*, Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung GmbH, Seelze.
- Sadker, M., Sadker, D. und Klein, S. (1991). Review of Research in Education, in J. Bixby und G. Grant (Hrsg.), *Review of research in education*, 17 von *Review of research in education*, American Educational Research Association, Washington, D.C., S. 269–334.
URL: <http://www.jstor.org/stable/1167334> (Abruf am: 26. April 2016)
- Salner-Gridling, I. (Hrsg.) (2009). *Querfeldein: individuell lernen - differenziert lehren*, ÖZEPS, Wien.
- Schacter, D. L., Norman, K. A. und Koutstaal, W. (1998). The cognitive neuroscience of constructive memory, *Annual review of psychology* **49**: 289–318.
- Schupp, H. (2002). *Thema mit Variationen oder Aufgabenvariation im Mathematikunterricht*, Franzbecker, Hildesheim u.a.
- Scott-Jones, D. (1984). Family influences on cognitive development and school achievement, *Review of research in education* **11**: 259–304.
- Sedlmeier, P. und Renkewitz, F. (2013). *Forschungsmethoden und Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*, Always learning, 2., aktualisierte und erweiterte Aufl., Pearson/Higher Education, München.

- Seel, N. M. (2003). *Psychologie des Lernens: Lehrbuch für Pädagogen und Psychologen ; mit 12 Tabellen und zahlreichen Übungsaufgaben*, 8198. Band von *UTB Pädagogik, Psychologie*, 2., aktualisierte und erw. Aufl., Reinhardt, München.
- Steinkamp, G. (1991). Sozialstruktur und Sozialisation, in K. Hurrelmann und D. Ulrich (Hrsg.), *Neues Handbuch der Sozialisationsforschung*, Beltz, Weinheim, S. 251–278.
- Stern, E. (2004). Schubladendenken, Intelligenz und Lerntypen: Zum Umgang mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen, in G. Becker, K.-D. Lenzen, L. Stäudel, K.-J. Tillmann, R. Werning und F. Winter (Hrsg.), *Heterogenität*, 22 2004 von *Friedrich Jahresheft*, Erhard Friedrich, Seelze, S. 36–39.
- Storz, R. und Burkart, B. (2014). *Mathematik differenziert und individualisiert unterrichten: [mit vielen Beispielen aus der Sekundarstufe I]*, Aulis-Verl., Hallbergmoos.
- Trautmann, M. und Wischer, B. (2011). *Heterogenität in der Schule: Eine kritische Einführung*, 1. Aufl., VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden, Wiesbaden.
URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-92893-7> (Abruf am: 28. April 2016)
- Weinert, F. E. (1992). Psychologische Probleme der Schüler - Pädagogische Aufgaben des Lehrers, *Bayerische Schule* 8.
- Weinert, F. E. (1997a). Notwendige Methodenvielfalt: Unterschiedliche Lernfähigkeitenerfordern variable Unterrichtsmethoden, *Friedrich Jahresheft Lernen und Lehren als Zentrum des Unterrichts*.
- Weinert, F. E. und Helmke, A. (1997). Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen, in F. E. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie*, Themenbereich D Praxisgebiete ; Ser. 1 Pädagogische Psychologie ; Bd. 3 von *Enzyklopädie der Psychologie*, Hogrefe, Göttingen.
- Weinert, F. E. (Hrsg.) (1997b). *Enzyklopädie der Psychologie*, Themenbereich D Praxisgebiete ; Ser. 1 Pädagogische Psychologie ; Bd. 3 von *Enzyklopädie der Psychologie*, Hogrefe, Göttingen.
- Wellenreuther, M. (2005). *Lehren und Lernen - aber wie? Empirisch-experimentelle Forschungen zum Lehren und Lernen im Unterricht*, 50 von *Grundlagen der Schulpädagogik*, 2., korrigierte und überarb. Aufl., Schneider-Verl. Hohengehren, Baltmannsweiler.

URL: [http://fox.leuphana.de/portal/de/publications/lehren-und-lernen--aber-wie\(79a1c621-5d23-4f7f-bbdb-bb3f912a861b\).html](http://fox.leuphana.de/portal/de/publications/lehren-und-lernen--aber-wie(79a1c621-5d23-4f7f-bbdb-bb3f912a861b).html) (Abruf am: 30. April 2016)

Wilson, R. S. (1983). The Louisville Twin Study: Developmental Synchronies in Behavior, *Child Development* **54**(2): 298–316.

URL: <http://www.jstor.org/stable/1129693> (Abruf am: 27. April 2016)

Winkeler, R. (1978). *Differenzierung: Funktionen, Formen und Probleme*, 14 von *Materialien / Workshop Schulpädagogik*, 4. Aufl., Maier, Ravensburg.

Yeates, K. O., MacPhee, D., Campbell, F. A. und Ramey, C. T. (1983). Genetic and environmental variation as determinants of early childhood intellectual competence: A developmental analysis, *Developmental Psychology* **19**(5): 731–739.

Zajonc, R. B. (1976). Family configuration and intelligence: Variations in scholastic aptitude scores parallel trends in family size and the spacing of children, *Science* **192**: 227–236.

Zajonc, R. B. (1983). Validating the confluence model., *Psychological bulletin* **93**(3): 457–480.

Zajonc, R. B. und Markus, G. B. (1975). Birth order and intellectual development, *Psychological Review* **82**(1): 74–88.

Abbildungen

2.1	Definition des Lernbegriffs (Lefrançois 2006: 7)	4
2.2	Ablauf eines Lernprozesses (Mietzel 2007: 33)	5
2.3	Hauptströmungen der Lerntheorien (Holzinger 2001: 111)	6
2.4	Nervenzelle (Edelmann und Wittmann 2012: 18)	12
2.5	Querschnitt Gehirn (Legewie et al. 1972: 28)	14
2.6	System der Informationsverarbeitung (Hoy und Schönpflug 2011: 310)	16
2.7	Teilsysteme des Arbeitsgedächtnisses (Hoy und Schönpflug 2011: 315)	18
2.8	Langzeitgedächtnis: explizit und implizit (Hoy und Schönpflug 2011: 320)	21
2.9	Drei Gedächtnisebenen (Lefrançois 2000: 175)	23
3.1	Angebot-Nutzungsmodell (Helmke 2006: 43)	26
3.2	Schulleistungsniveau während der Grundschulzeit (Weinert und Helm- ke 1997: 102)	27
3.3	Übersicht der Lerntypen	33
4.1	Sozialformen	41
4.2	Einteilung der inneren Differenzierung (Paradies und Linser 2009: 35)	43
5.1	Verschiedene Unterrichtsmethoden (Salner-Gridling 2009: 50)	53
5.2	Stationen des Frontalunterrichts (Salner-Gridling 2009: 50)	54
6.1	Testarten	68
B.1	1. Test der 2. Klassen, Seite 1	139
B.2	1. Test der 2. Klassen, Seite 2	140
B.3	2. Test der 2. Klassen, Seite 1	141
B.4	2. Test der 2. Klassen, Seite 2	142
B.5	1. Test der 4. Klassen, Seite 1	143
B.6	1. Test der 4. Klassen, Seite 2	144
B.7	2. Test der 4. Klassen, Seite 1	145
B.8	2. Test der 4. Klassen, Seite 2	146
C.1	Fragebogen, Seite 1	147
C.2	Fragebogen, Seite 2	148

Diagramme

6.1	1. und 2. Test im Vergleich (2c Klasse BRG Keplerstraße Graz)	80
6.2	Box-Plot des 1. und 2. Tests (2c Klasse BRG Keplerstraße Graz)	82
6.3	1. und 2. Test im Vergleich (4b Klasse BRG Keplerstraße Graz)	84
6.4	Box-Plot des 1. und 2. Tests (4b Klasse BRG Keplerstraße Graz)	86
6.5	1. und 2. Test im Vergleich (4k Klasse NMS St. Michael)	88
6.6	Box-Plot des 1. und 2. Tests (4k Klasse NMS St. Michael)	90
6.7	Box-Plot des 2. Tests (2a Klasse und 2c Klasse BRG Keplerstraße Graz)	94
6.8	Box-Plot des 2. Tests (4a Klasse und 4b Klasse BRG Keplerstraße Graz)	97
6.9	Box-Plot des 2. Tests (4a Klasse und 4k Klasse NMS St. Michael)	100
6.10	Frage 3: Hobbies	104
6.11	Aussagen, die sich auf die Schule/Klasse beziehen	105
6.12	Aussagen, die sich auf den Mathematikunterricht beziehen	106
6.13	Emotionen und Mathematikunterricht	108
6.14	Frage 35: Leistungsniveau	109
6.15	Frage 37: Note im letzten Zeugnis	109
6.16	Lernmethoden	109
6.17	Individuelle Übungen	110
6.18	Individuelle Übungen unter Betrachtung des Interesses für Mathematik	114
6.19	Interesse für Mathematik unter Betrachtung der Noten	117
6.20	Individuelle Übungen unter Betrachtung der Noten	118

Tabellen

6.1	Kodierung der Frage nach dem Geschlecht	72
6.2	Kodierung der Frage über den Aufenthalt in Österreich	72
6.3	Kodierung der „Trifft zu/Trifft nicht zu“ Fragen	72
6.4	Kodierung der „Ja/Nein“ Fragen	72
6.5	Kodierung der Fragen mit vier Antwortmöglichkeiten	73
6.6	Kodierung der Frage über die Zeit, die für Mathematikhausübung benötigt wird	73
6.7	Kodierung der Frage über die Noten	73
6.8	Anzahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen der verschiedenen Klassen	74
6.9	Zeitplan 2. Klassen Keplerstraße Graz	77
6.10	Zeitplan 4. Klassen Keplerstraße Graz	78
6.11	Zeitplan 4. Klassen NMS St. Michael	78
6.12	Ergebnisse 2c BRG Keplerstraße Graz	81
6.13	Statistische Größen im Vergleich (2c Klasse BRG Keplerstraße Graz)	82
6.14	Kennwerte der 2. Tests im Vergleich (2c Klasse BRG Keplerstraße Graz)	82
6.15	Wilcoxon-Test Ränge (2c Klasse BRG Keplerstraße Graz)	83
6.16	Wilcoxon-Test Statistik (2c Klasse BRG Keplerstraße Graz)	83
6.17	Ergebnisse 4b BRG Keplerstraße Graz	85
6.18	Statistische Größen im Vergleich (4b Klasse BRG Keplerstraße Graz)	86
6.19	Kennwerte der 2. Tests im Vergleich (4b Klasse BRG Keplerstraße Graz)	86
6.20	Wilcoxon-Test Ränge (4b Klasse BRG Keplerstraße Graz)	87
6.21	Wilcoxon-Test Statistik (4b Klasse BRG Keplerstraße Graz)	87
6.22	Ergebnisse 4k NMS St. Michael	89
6.23	Statistische Größen im Vergleich (4k Klasse NMS St. Michael))	89
6.24	Kennwerte der 2. Tests im Vergleich (4k Klasse NMS St. Michael) . . .	90
6.25	Wilcoxon-Test Ränge (4k Klasse NMS St. Michael)	91
6.26	Wilcoxon-Test Statistik (4k Klasse NMS St. Michael)	91
6.27	Ergebnisse 2a BRG Keplerstraße Graz	93
6.28	Statistische Größen im Vergleich (2. Klassen BRG Keplerstraße Graz)	94

6.29 Kennwerte der 2. Tests im Vergleich (2. Klassen BRG Keplerstraße Graz)	94
6.30 U-Test Ränge (2. Klassen BRG Keplerstraße Graz)	95
6.31 U-Test Statistik (2. Klassen BRG Keplerstraße Graz)	95
6.32 Ergebnisse 4a BRG Keplerstraße Graz	96
6.33 Statistische Größen im Vergleich (4. Klassen BRG Keplerstraße Graz)	97
6.34 Kennwerte der 2. Tests im Vergleich (4. Klassen BRG Keplerstraße Graz)	97
6.35 U-Test Ränge (4. Klassen BRG Keplerstraße Graz)	98
6.36 U-Test Statistik (4. Klassen BRG Keplerstraße Graz)	98
6.37 Ergebnisse 4a NMS St. Michael	99
6.38 Statistische Größen im Vergleich (4. Klassen NMS St. Michael)	100
6.39 Kennwerte der 2. Tests im Vergleich (4. Klassen NMS St. Michael)	100
6.40 U-Test Ränge (4. Klassen NMS St. Michael)	101
6.41 U-Test Statistik (4. Klassen NMS St. Michael)	101
6.42 Statistische Größen im Vergleich	102
6.43 Interesse für Mathematik	104
6.44 Beschäftigung mit Mathematik außerhalb des Unterrichts	105
A.1 Abkürzungsverzeichnis	138

Anhang

A. Abkürzungsverzeichnis

Tab. A.1.: Abkürzungsverzeichnis

	Abkz.	Erklärung
B	BRG	Bundesrealgymnasium
	Bsp	Beispiele
H	HÜ	Hausübung
L	L	Lehrer und Lehrerinnen
M	MU	Mathematikunterricht
N	NMS	Neue Mittelschule
Q	Q_{25}	Unteres Quantil
	Q_{50}	Median
	Q_{75}	Oberes Quantil
	QA	Interquartilsabstand
S	s	Standardabweichung
	SSS	Seiten-Seiten-Seitensatz
	SSW	Seiten-Seiten-Winkelsatz
	SUS	Schüler und Schülerinnen
	SWS	Seiten-Winkel-Seitensatz
T	TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study
W	WSW	Winkel-Seiten-Winkelsatz
X	\bar{x}	Mittelwert

B. Überprüfungen

Dreiecke

Name:

Klasse:

1. Von einem Dreieck kennt man: $b = 6,2 \text{ cm}$, $\alpha = 125^\circ$, $\gamma = 28^\circ$

- Mache eine **Skizze**, zeichne **Gegebenes** mit **Farbe** ein und konstruiere das Dreieck!
- Welcher Kongruenzsatz liegt vor? _____-Satz

2. Von einem Dreieck kennt man: $c = 8 \text{ cm}$, $b = 6 \text{ cm}$, $a = 6 \text{ cm}$

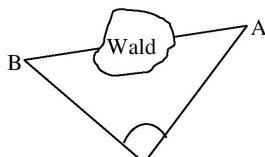
- Mache eine **Skizze**, zeichne **Gegebenes** mit **Farbe** ein und konstruiere das Dreieck!
- Welcher Kongruenzsatz liegt vor? _____-Satz

Dreiecke

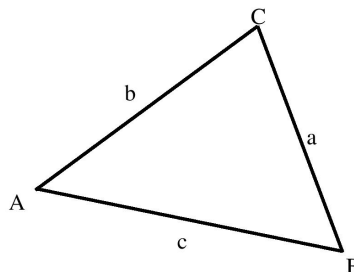
Name:

Klasse:

3. Zwei Geländepunkte A und B sind durch einen Wald getrennt.
Von einem dritten Punkt C, der in derselben Ebene wie A und B liegt, misst man $BC = 144$ m, $AC = 190$ m, $\gamma = 81^\circ$.
- a) Fertige eine Zeichnung im **Maßstab** 1 : 2000 an!
b) Entnimm die Entfernung AB aus deiner Zeichnung und gib sie in Wirklichkeit an!



4. Konstruiere im gegebenen Dreieck den Höhenschnittpunkt!
Miss die Höhe auf b (h_b) ab und gib ihre Länge an!

 $h_b = \underline{\hspace{2cm}}$ 

Seite 2 von 2

Dreiecke

Name:

Klasse:

1. Von einem Dreieck kennt man: $a = 5,8 \text{ cm}$, $\beta = 35^\circ$, $\gamma = 110^\circ$

- a) Mache eine **Skizze!**
- b) Zeichne **Gegebenes** mit **Farbe** ein!
- c) Konstruiere das Dreieck!
- d) Welcher Kongruenzsatz liegt vor? _____-Satz

2. Von einem Dreieck kennt man: $a = 3 \text{ cm}$, $b = 3,8 \text{ cm}$, $c = 6 \text{ cm}$

- a) Mache eine **Skizze!**
- b) Zeichne **Gegebenes** mit **Farbe** ein!
- c) Konstruiere das Dreieck!
- d) Welcher Kongruenzsatz liegt vor? _____-Satz

Seite 1 von 2

Abb. B.3.: 2. Test der 2. Klassen, Seite 1

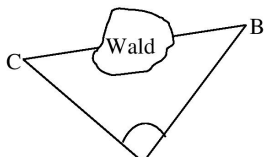
Dreiecke

Name:

Klasse:

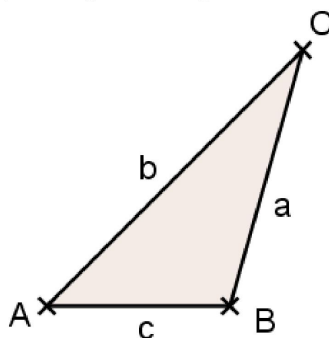
3. Zwei Geländepunkte B und C sind durch einen Wald getrennt.
 Von einem dritten Punkt A, der in derselben Ebene wie B und C liegt, misst man
 $\overline{AC} = 77$ m, $\overline{AB} = 34$ m, $\alpha = 65^\circ$.

- a) Fertige eine Skizze mit den Maßen $\overline{AC} = 77$ mm, $\overline{AB} = 34$ mm, $\alpha = 65^\circ$ an!
 b) Entnimm die Entfernung \overline{BC} aus deiner Zeichnung und gib sie in Wirklichkeit an!



4. a) Konstruiere im gegebenen Dreieck den Höhenschnittpunkt!
 b) Miss die Höhe auf a (h_a) ab und gib ihre Länge an!

$h_a =$ _____



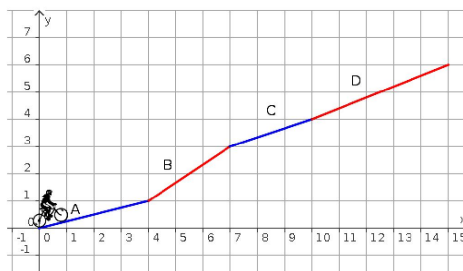
Seite 2 von 2

Lineare Funktionen

Name:

Klasse:

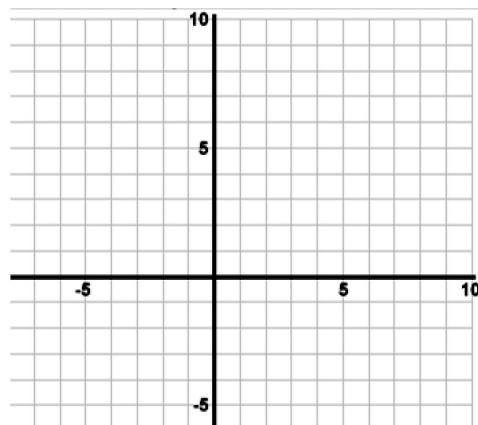
1. Gib an, welche unterschiedlichen Steigungen der Fahrradfahrer auf seiner Etappe zu überwinden hat!

A: $k =$ B: $k =$ C: $k =$ D: $k =$ 

2. Zeichne zuerst den gegebenen Punkt in ein Koordinatensystem ein und von diesem aus das Steigungsdreieck! $A(4/3)$, $k = -\frac{1}{2}$

Stelle anschließend die Funktionsgleichung auf!

Überprüfe durch eine Rechnung, ob der Punkt $P(3/2)$ auf der Geraden g liegt!



Seite 1 von 2

Lineare Funktionen

Name:

Klasse:

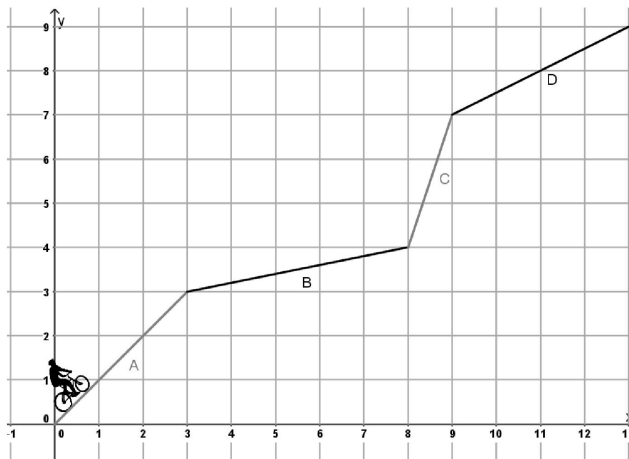
3. Gegeben ist die Funktion $y = -\frac{1}{3}x + 2$
- Erstelle eine Wertetabelle im Intervall: $-2 \leq x \leq 1$!
 - Zeichne den Grafen!

Lineare Funktionen

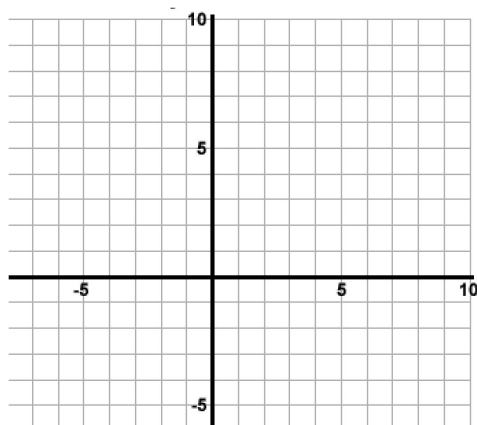
Name:

Klasse:

1. Gib an, welche unterschiedlichen Steigungen der Fahrradfahrer auf seiner Etappe zu überwinden hat!

A: $k =$ B: $k =$ C: $k =$ D: $k =$ 

2. a) Zeichne zuerst den gegebenen Punkt in ein Koordinatensystem ein und von diesem aus das Steigungsdreieck! A(-2/3), $k = \frac{3}{6}$
- b) Stelle anschließend die Funktionsgleichung auf!
- c) Überprüfe durch eine Rechnung, ob der Punkt P (4/6) auf der Geraden g liegt!



Seite 1 von 2

Lineare Funktionen

Name:

Klasse:

3. Gegeben ist die Funktion $y = \frac{1}{5}x - 1$
- a) Erstelle eine Wertetabelle im Intervall: $-1 \leq x \leq 2$!
 - b) Zeichne den Grafen!

C. Fragebogen

Fragebogen

Bitte nimm dir die nächsten 15 Minuten Zeit und kreuze im folgenden Fragebogen die Aussagen an, die deinen Vorstellungen entsprechen. Du brauchst deinen Namen nicht auf den Zettel zu schreiben, da deine Angaben anonym bleiben.

1. Angaben zu deiner Person:

- In welche Klasse gehst du? _____
- Bist du männlich oder weiblich? männlich weiblich
- Dein Vater oder deine Mutter wurden in Österreich geboren? trifft zu trifft nicht zu
- Wurdest du in Österreich geboren? trifft zu trifft nicht zu
Wenn du Frage d) mit trifft nicht zu beantwortet hast, gehe zu e) ansonsten gehe zu 2.
- Du lebst seit _____ Jahren in Österreich.

2. Individuelle Einschätzung:

Was sind deine Hobbies? <input type="checkbox"/> Zeichnen <input type="checkbox"/> Basteln <input type="checkbox"/> Handwerken <input type="checkbox"/> Lesen <input type="checkbox"/> Musizieren <input type="checkbox"/> Sport Du kannst mehrere Antworten ankreuzen.
Löst du gerne Aufgaben, bei denen du die Vorgehensweise kennst? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Arbeitest du lieber in Gruppen-, Partner- oder Einzelarbeit? <input type="checkbox"/> Gruppen- <input type="checkbox"/> Partner- <input type="checkbox"/> Einzelarbeit

Lies die folgenden Aussagen durch und kreuze eine der vier Möglichkeiten an!

	trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft wenig zu	trifft nicht zu
Ich interessiere mich für das Fach Mathematik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich beschäftige mich auch außerhalb vom Unterricht mit Mathematik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Lies die folgenden Aussagen durch und kreuze eine der vier Möglichkeiten an!

a. Aussagen, die sich auf deine Schule/Klasse beziehen.

	trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft wenig zu	trifft nicht zu
Ich gehe gerne in die Schule.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fühle mich wohl in der Schule.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b. Aussagen, die sich auf deinen Mathematikunterricht beziehen.

	trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft wenig zu	trifft nicht zu
Mir gefällt der Mathematikunterricht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde den Mathematikunterricht uninteressant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fühle mich im Mathematikunterricht überfordert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich arbeite im Mathematikunterricht konzentriert mit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin einfach nicht gut in Mathematik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin sehr angespannt, wenn ich Mathematik-Hausaufgaben machen muss.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In Mathematik lerne ich schnell.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fühle mich beim Lösen von Mathematikaufgaben hilflos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Mathematikunterricht verstehe ich sogar die schwierigsten Aufgaben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich würde im Mathematikunterricht gern häufiger knifflige Aufgaben lösen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich stelle Fragen, wenn ich im Unterricht Probleme habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich hätte gern mehr Zeit um vorgegebene Aufgaben im Mathematikunterricht zu lösen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich darf im Unterricht selbst mitbestimmen, was ich üben möchte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe Angst vor dem Mathematikunterricht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abb. C.1.: Fragebogen, Seite 1

	trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft wenig zu	trifft nicht zu
Beim Lösen von mathematischen Aufgaben werde ich nervös.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich freue mich auf Tage, an denen Mathematik im Stundenplan vorkommt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich rechne gerne an der Tafel vor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fühle mich unter Druck, wenn ich an der Tafel vorrechne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fühle mich im Mathematikunterricht wohl.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mein Lehrer bzw. meine Lehrerin kann gut erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mein Lehrer bzw. meine Lehrerin geht auf meine Fragen ein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fühle mich von meinem Lehrer bzw. meiner Lehrerin ungerecht behandelt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich komme gut mit meinem Lehrer bzw. meiner Lehrerin aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Worauf führst du hauptsächlich dein Leistungsniveau zurück? <input type="checkbox"/> Fleiß <input type="checkbox"/> Arbeit <input type="checkbox"/> Glück <i>Du kannst mehrere Auswahlmöglichkeiten ankreuzen.</i> <input type="checkbox"/> Begabung <input type="checkbox"/> Talent
Wie viel Zeit brauchst du für gewöhnlich für deine Mathematikhausübung? <input type="checkbox"/> weniger als 20 min <input type="checkbox"/> Zwischen 20 und 40 min <input type="checkbox"/> Mehr als 40 min
Welche Note hattest du im letzten Zeugnis im Fach Mathematik? <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5

4. Wie lernst du mathematische Beispiele? (Kreuze eine der vier Möglichkeiten an!)

	trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft wenig zu	trifft nicht zu
Ich lerne die Beispiele auswendig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich übe die Beispiele so lange, bis ich sie verstehe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich beobachte die Lehrperson und verstehe, wie sie die Beispiele löst.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich lerne zusammen mit Mitschülern und Mitschülerinnen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich lerne mit meinem Nachhilfelehrer bzw. meiner Nachhilfelehrerin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige Methoden: _____				

5. Generelle Fragen zu den individuellen Übungen (Kreuze eine der vier Möglichkeiten an!)

	trifft völlig zu	trifft eher zu	trifft wenig zu	trifft nicht zu
Ich habe nur die Beispiele geübt, die mir noch Probleme bereitet haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe nur die leichten Beispiele gelöst.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich würde gern öfters selbst entscheiden, welche Beispiele ich üben möchte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin der Meinung, dass sich meine schulische Leistung verbessern würde, wenn ich gezielt Beispiele übe, bei denen ich Probleme habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die bereitgestellten Lösungen zu den Aufgaben haben mir beim Verstehen der Aufgaben geholfen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn es eine Webseite geben würde, bei der ich jeden Tag neue Beispiele üben könnte, würde ich diese freiwillig nutzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin der Meinung, dass die Beispiele schön und übersichtlich gestaltet wurden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beim Lösen der Aufgaben ergaben sich für mich keine Unklarheiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin der Ansicht, dass die individuellen Übungen meine Selbstständigkeit fördern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich würde es gut finden, wenn ich aus einem Hausaufgabenpool selbstständig Aufgaben auswählen könnte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Danke für deine Teilnahme an meiner Studie!

Abb. C.2.: Fragebogen, Seite 2