

Institut für Didaktik der Informatik

Wintersemester 2013/2014

Studiengang: Master of Education Mathematik und Informatik



Masterarbeit

Studie zum Lerntransfer im Informatikunterricht der Sekundarstufe I zu den Inhalten VariablenTypen und monoalphabetische Substitution

vorgelegt von:

Viktoria Nottberg

Gutachter:

Herr Prof. Dr. Marco Thomas

Zweitgutachter:

Herr Prof. Dr. Markus Müller-Olm

Abgabetermin:

12.03.2014

Bearbeitungszeit:

4 Monate

1 Inhaltsverzeichnis

2 Einleitung.....	1
Erster Teil: Theoretische Grundlagen	
3 Lerntransfer.....	3
3.1 Definition	3
3.2 Transfer in der Didaktik	5
3.3 Transferforschung.....	6
3.3.1 Versuchsplan.....	6
3.3.2 Messung von Transfereffekten.....	8
3.4 Transfer von Strukturen.....	10
4 VariablenTypen	12
4.1 Grundlagen	12
5 Monoalphabetische Substitution	16
5.1 Grundlagen	16
5.2 Sicherheit.....	20
6 Verknüpfung mit dem Lehrplan und den Bildungsstandards in der Sekundarstufe I	22
6.1 Richtlinien und Lehrpläne Informatik. Gymnasium. Sekundarstufe I.....	22
6.2 Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I.....	24
7 Erhebung einer Quantitativen Studie – Wichtige Kriterien	27
7.1 Definition	27
7.2 Standardisiertes Vorgehen	28
7.3 Voraussetzungen	29
Zweiter Teil: Empirische Untersuchungen	
8 Schriftliche Testungen.....	30
8.1 Beschreibung der Untersuchungsgruppen.....	30
8.1.1 Probanden für die Monoalphabetische Substitution	30
8.1.2 Probanden für die VariablenTypen	31

8.2	Vorstellung der Unterrichtsmaterialen zur Prüfung des Lerntransfers.....	33
8.2.1	Variablentypen	33
8.2.2	Monoalphabetische Substitution	37
8.3	Einbettung in die Lerntransferforschung.....	42
8.4	Durchführung der Testungen	43
8.4.1	Monoalphabetische Substitution	43
8.4.2	Variablentypen	44
8.5	Auswertung der Testungen	45
8.5.1	Monoalphabetische Substitution	45
8.5.2	Variablentypen	48
8.6	Diskussion der Testungen.....	51
9	Interviews	53
9.1	Vorbereitung der Interviews.....	53
9.1.1	Auswahl und Beschreibung der Probanden	53
9.1.2	Verlauf und Interviewfragen.....	54
9.2	Durchführung und Zusammenfassung der Interviews	56
9.2.1	Monoalphabetische Substitution	56
9.2.2	Variablentypen	58
9.3	Diskussion der Interviews.....	60
10	Fazit	62
11	Plagiatserklärung	63
12	Literaturverzeichnis	64
13	Abbildungsverzeichnis	66
14	Tabellenverzeichnis	66
15	Formelverzeichnis	66
16	Anhang	67
16.1	Übungsaufgaben im Unterricht	67
16.1.1	Datentypen	67
16.1.2	Monoalphabetische Substitution	68
16.2	Interviewleitfaden	70

2 Einleitung

Lerntransfer – ein Wort, das schon seit Jahrhunderten ein Begriff ist und prinzipiell das gesamte Schulwesen umschreibt, aber dennoch keine aktuellen Darstellungen vorweisen kann. Aus dem Grund gewinnt der Begriff Lerntransfer momentan eine immer größer werdende Relevanz in der Pädagogik, Didaktik, Bildung und Weiterbildung, gerade im wirtschaftlichen Kontext. Weshalb ist das der Fall? Was bedeutet Lerntransfer dem Grunde nach?

Laut **KLAUER** war der Leitspruch der Lateiner im alten Rom bereits:

„Non scholae sed vitae discimus“,

was „Nicht für das Leben, für die Schule lernen wir“ lautet. Vom Sinn her bedeutet dieser Ausspruch, dass das in der Schule Gelernte auf die Anforderungen übertragen werden soll, die dem Lernenden im Verlauf seines Lebens begegnen, da nicht auf das Leben selbst vorbereitet wird.¹

Die Bildung wurde folglich - als Vorbereitung auf das Leben betrachtet. Das dort Gelernte sollte auf die Zeit danach transferiert werden. Insofern ist die Thematik des Lerntransfers vor hunderten von Jahren brisant und noch heute von aktuell. Das Thema Lerntransfer wird stark diskutiert und es ist wichtig eine genauere Untersuchung vorzunehmen.

Die - Vermittlung des zu transferierenden Lernens ist ein wichtiger Bestandteil der Pädagogik und somit auch der Schule. Die Frage, ob die SUS (Schülerinnen und Schüler) den Unterricht wirklich verinnerlichen und auch in der Lage sind außerhalb des Kontextes das gelernte Wissen anzuwenden oder ob es auf das Umfeld des Unterrichts beschränkt bleibt, ist Thema meiner Masterarbeit.

¹ (vgl. **Klau11**, S. 13)

Als Studentin des Fachs Informatik für das Lehramt, habe ich mir zur Aufgabe gemacht den Lerntransfer im Bereich der Informatik zu untersuchen.

Ausgangspunkt ist die Forschungsfrage: „In welchem Maße lässt sich der Lerntransfer im Informatikunterricht in der Sekundarstufe I im Hinblick auf ausgewählte, durch das Schulcurriculum vorgegebene Inhalte, nachweisen?“

Aufgrund der großen Spannweite und vielfältigen Möglichkeiten des Themengebiets Lerntransfer, habe ich die Untersuchung auf die Sekundarstufe I beschränkt.

Für diese Arbeit werde ich die SUS in den beiden Thematiken „Variablentypen“ und „monoalphabetische Substitution“ schriftlich als auch mündlich testen und überprüfen, ob sie fähig sind, das bereits Gelernte auch in einem anderen Fach, nämlich dem des Deutschunterrichts, anzuwenden. Zur Überprüfung werde ich zudem immer einen Anteil an SUS berücksichtigen, der kein Vorwissen zu dem Thema haben, die sogenannte Kontrollgruppe, um voreilige Schlussfolgerungen zu vermeiden. Zusätzlich werde ich nach schriftlicher Auswertung der Ergebnisse mit relevanten Repräsentanten Interviews durchführen, um die Ergebnisse der - Testungen mündlich zu überprüfen. Dies geschieht nach den Leitlinien einer quantitativen Studie.

Der Aufbau der Arbeit ist derart konzipiert, dass anfangs ein Einblick in die fachlichen Gegebenheiten des Gegenstands gegeben wird. Es folgt eine Darstellung des Lerntransfers anhand der Variablentypen und der monoalphabetischen Substitution und eine Einführung der zu berücksichtigen Kriterien bei der Durchführung einer quantitativen Studie. Im Anschluss daran behandelt die empirische Arbeit den wichtigen praktischen Teil und dessen Auswertung. Es schließt sich die Diskussion an und ein abschließendes Fazit.

Erster Teil: Theoretische Grundlagen

3 Lerntransfer

Diese Masterarbeit untersucht den Lerntransfer im Kontext des Informatikunterrichts. Im Folgenden wird ein Überblick über den Lerntransfer geschaffen.

3.1 Definition

Der Lerntransfer ist ein vielseitiger Prozess. Der Begriff stammt aus dem lateinischen Wort „transferre“ und bedeutet hinüber- oder übertragen. Folglich bedeutet es das Übertragen von Wissen. **STANGL** sagt im Kontext zum Lerntransfer:

„Jedes Wissen - beziehe es sich auf Handlungen oder auf gedankliche Strukturen - ist zunächst auf seinen konkreten Gegenstand begrenzt. Über diese Grenzen hinaus kann es jedoch auch auf Gegenstände angewandt oder übertragen werden, die dem Ursprungsgegenstand, wie immer im Einzelnen, ähnlich sind. Jedes Wissen wohnt also die Möglichkeit der Verallgemeinerung oder Generalisierung inne. Bis zur Jahrhundertwende war die Theorie der formalen Bildung "das Kleinod der Schulpädagogik, denn man nahm an, dass die Übung jeder geistigen Fähigkeit sich auf alle anderen auswirkt.“²

Der Lerntransfer wird also als Übertragung von gelerntem Wissen auf eine andere analoge oder ähnliche Gegebenheit oder Aufgabe verstanden. Hierbei ist es wichtig zu erwähnen, dass Übertragung nur dann als Lerntransfer bezeichnet wird, wenn es sich um eine gänzlich neue Situation handelt, die noch unbekannt ist. Das erlernte Wissen wird dann auf ähnliche Phänomene durch Abstraktion oder Verallgemeinerung angewendet.³

Ähnlich, aber ein bisschen differenzierter beschreibt **KLAUER** den Begriff des Lerntransfers:

² (s. **Sta14**)

³ (vgl. **Sta14**)

„Transfer ist ein nichttrivialer Lerneffekt, d.h. ein Lerneffekt bei Aufgaben, die in dem fraglichen Prozess weder gelernt noch geübt wurden.“⁴

KLAUER versteht darunter den Zuwachs von Wissen unter Berücksichtigung des vorher Gelernten bei einer neuen Thematik, die vorher noch nicht bekannt war oder geübt wurde. Da sie nicht vorher bekannt war, wird von einem nichttrivialen Lerneffekt gesprochen. Die sogenannten Lernprozesse sind fraglich, da mehrere Faktoren und Effekte mit einspielen. Zum einen ist es der Haupteffekt des Lernens oder der Übung, der unmittelbar in den Prozess einwirkt. Zum anderen gibt es aber andere Effekte, die Nebeneffekte, die dem Lernenden gar nicht zwingend bewusst sind, wie beispielsweise Effekte in der Wahrnehmung, Problemlösung und - andere Variablen.⁵

Dieser Lerneffekt ist prinzipiell nichts neues, denn das System wird schon seit Beginn der Schule von Pädagogen stetig genutzt, da das gesamte Konzept der Curricula darauf basiert, dass späteres Lernen systematisch auf bereits gelerntes Wissen aufbaut.⁶ In der Didaktik entspricht er aber eher dem Begriff des Exemplarischen. Denn jeder konkrete Inhalt steht stellvertretend für allgemeine Inhalte. Würde dieses Prinzip nicht angewendet werden, müssten alle Pädagogen bei neuen Thematiken stets wieder beim Ursprung anfangen. Insofern wird vorher gelerntes Wissen vorausgesetzt.⁷

Laut **KUNZE** handelt es sich bei dem Lernprozess sogar um „eine der wichtigsten Anforderungen, denen organisierte Lernprozesse genügen müssen, wenn sie ihren Sinn und Zweck erfüllen wollen [...]\“.⁸ Der Lerntransfer wird vorwiegend unter dem wirtschaftlichen Aspekt so betrachtet. Zudem hat er allgemein in der Arbeitswelt eine große Bedeutung.⁹

⁴ (s. **Klau11**, S. 17)

⁵ (vgl. **Klau11**, S. 16-18)

⁶ (vgl. **Klau11**, S. 16-18)

⁷ (s. **Sta14**)

⁸ (s. **Kunz03**, S. 27)

⁹ (vgl. **Kunz03**, S. 27)

Der Lerneffekt kann sowohl im positiven, aber auch im negativen Sinne stattfinden. Von einer positiven Übertragung wird gesprochen, wenn die neue Aufgabe besser und erfolgreicher bewältigt wird. Die negative Übertragung ereignet sich dann, wenn das bereits Gelernte sich als hinderlich für das Lösen, bzw. Absolvieren der neuen Aufgabe herausstellt und deshalb nicht auf die Aufgabe übertragen werden kann. Somit kann das Gelernte dann nicht angewendet werden und behindert unter Umständen das Verständnis für die neue Aufgabe.¹⁰ Zudem kann es einen Nulleffekt geben, was bedeutet, dass das vorher Gelernte keine Auswirkung auf die neuen Situationen hat und gar nicht angewendet werden kann.¹¹

Die Komplexität des Gelernten wird unterschieden in lateral und vertikal. Der laterale Transfer herrscht vor, wenn das zuvor Gelernte auf einen Lernstoff gleicher Komplexität angewendet wird. Bei einer Aufgabe höherer Komplexität wird von einem vertikalen Transfer gesprochen.¹²

Um also genau fest zu stellen, ob ein Lerntransfer tatsächlich vorliegt, ist eine sorgfältige Prüfung der Einflüsse erforderlich, um auszuschließen, ob ggf. ein zusätzlicher Effekt des Lernens auf eine Variable Einfluss genommen hat.¹³

Hierbei spielen nicht nur äußere Einflüsse, sondern auch sogenannte Placeboeffekte eine Rolle. Von Placeboeffekten wird gesprochen, wenn bei den Probanden „das bloße Wissen um die Teilnahme an einem Experiment zu Leistungsänderungen führen kann“.¹⁴ Aus dem Grund ist es ratsam die Probanden nach Möglichkeit in dem alltäglichen Umfeld ohne Vorgabe einer ungewohnten Situation zu untersuchen.

3.2 Transfer in der Didaktik

In der Didaktik wird der Begriff des Transfers vorwiegend an anspruchsvolle Aufgabenstellungen geknüpft, wohingegen er in der Psychologie für alle Formen

¹⁰ (vgl. Kunz03, S. 24-32)

¹¹ (vgl. Sta14)

¹² (vgl. Sta14)

¹³ (vgl. Sta14)

¹⁴ (s. Klau11, S. 26)

der Aufgaben existiert. Wichtige Kriterien für den Transfer in der Didaktik sind unter anderem die folgenden:

Die klare und eindeutige Trennung von Lernen und Anwenden muss berücksichtigt werden. Zudem ist es für die Didaktik entscheidend, die Rekonstruktion der gelernten Aufgabe auf eine neue Aufgabe mit einzubeziehen. Ein Transfer gelingt nicht automatisch, d.h., dass die neuen Situationen nicht zu trivial abgefragt werden. Außerdem erfolgt die Kognition nur durch die Ähnlichkeit der neuen zu den bereits gelernten Aufgaben. Die Wahl des Mediums dafür kann sowohl handlungsgebunden, bildhaft oder symbolisch (an das Zeichensystem gebunden) ausfallen.¹⁵

Für die Anwendung in der Schulpädagogik bedeutet das, dass für das Gelingen des Transfers und damit für das Gelingen des Schulsystems die praktische Übung eine zentrale Funktion hat. Das hat zur Folge, dass sachliche und soziale Anwendbarkeit entscheidend sind, um einen angemessenen Transferwert zu erlangen.¹⁶

Sofern diese Kriterien erfüllt werden, geschieht laut dem Verständnis der Didaktik eine Transferleistung der SUS.

3.3 Transferforschung

Bei der Forschung nach dem Transfer sind mehrere Aspekte zu berücksichtigen. Es gibt unterschiedliche Methoden bei dem Vorgehen und dem Erfassen der Transferleistung. Zum einen gibt es zwei klassische Versuchspläne, die bei der Erhebung der Transferforschung zu beachten sind. Zusätzlich ist die Art und Weise der Auswertung durch eine Messvorgabe dokumentiert, die im Folgenden behandelt wird.¹⁷

3.3.1 Versuchsplan

¹⁵ (vgl. Sta14)

¹⁶ (vgl. Sta14)

¹⁷ (vgl. Klau11, S. 19-24)

Zunächst gibt es zwei Möglichkeiten einen Versuchsplan für die Transferforschung zu erstellen. Unterschieden wird dort zwischen Proaktions- und Retroaktionsplänen.¹⁸

Der Proaktionsplan ist der einfachere von beiden. Er untersucht, inwiefern das gelernte Wissen auf eine Aufgabe von Seiten der Untersuchungsgruppe transferiert wird. Er soll den Einfluss des Lernens auf eine andere Variable erfassen.

Proaktionsplan

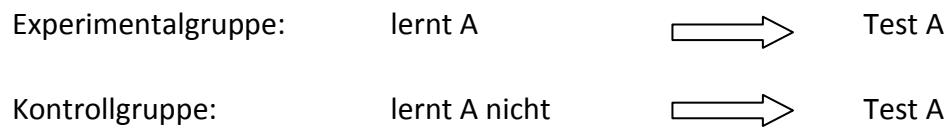


Abbildung 1 - Proaktionsplan (Quelle: Klau11, S. 19)

Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, gibt es eine Experimental- und eine Kontrollgruppe. Die Experimentalgruppe hat bereits Vorwissen zu dem Themengebiet, die Kontrollgruppe hingegen nicht. Bei der Ausführung des identischen Tests, bzw. einer Aufgabe für beide Gruppen, kann ein Vergleich vorgenommen werden, welcher den Lerntransfer dokumentiert.¹⁹

Der Retroaktionsplan hingegen geht weiter als der Proaktionsplan. Er testet nicht nur den Einfluss des Lernens auf eine andere Variable, sondern er testet das früher Gelernte nach dem Erlernen eines anderen Wissengebiets.²⁰

Retroaktionsplan

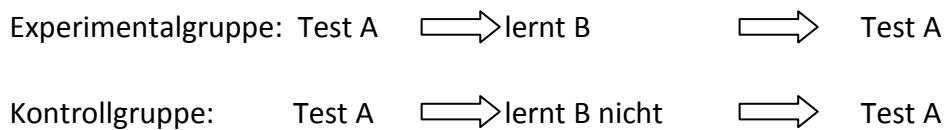


Abbildung 2 - Retroaktionsplan (Quelle: Klau11, S. 19)

¹⁸ (vgl. Klau11, S. 19-24)

¹⁹ (vgl. Klau11, S. 19-24)

²⁰ (vgl. Klau11, S. 19-24)

Die Abbildung 2 zeigt den Untersuchungsverlauf des Retroaktionsplans. In diesem Fall wird untersucht inwiefern die Untersuchungsgruppe in der Lage ist bereits Gelerntes nach einer längeren Zeitspanne wieder in einem identischen Aufgabenbereich anzuwenden.

In beiden Fällen ist es notwendig, dass jeweils die Teilnehmer/innen der Experimentalgruppe als auch die der Kontrollgruppe vergleichbare Leistungsniveaus haben. Denn durch Differenzen, bzw. unterschiedliches Vorwissen, wäre das Ergebnis der Studie fragwürdig.

Für den Fall der Unsicherheit ist es möglich Prätests ausführen zu lassen, um das Leistungsniveau der Untersuchungsgruppen einschätzen zu können.²¹

3.3.2 Messung von Transfereffekten

Die Messung von Transfereffekten lässt sich mittels Formeln bestimmen. Dazu bestimmt man Mittelwerte und Standardabweichungen der unterschiedlichen Untersuchungsgruppen, um zu einem aussagekräftigen Wert zu gelangen.²²

Die Transferleistung lässt sich nach **COHEN** mit einer standardisierten Mittelwertdifferenz bestimmen. Diese ist eine Standardmessung und wird nicht nur für Transfermessungen eingesetzt. Durch diese Formel lässt sich die Effektstärke d bestimmen:

$$d = \frac{M_{EG} - M_{KG}}{S_P}$$

[Formel 1 - Effektstärke \(Quelle: Klau11\)](#)

Hierbei bezeichnen M_{EG} den Mittelwert der Experimentalgruppe und M_{KG} den Mittelwert der Kontrollgruppe. S_P ist die ermittelte Standardabweichung der beiden Versuchsgruppen. Diese lässt sich wie folgt ermitteln:

²¹ (vgl. **Klau11**, S. 19-24)

²² (vgl. **Klau11**, S. 25)

$$S_P = \sqrt{\frac{(N_{EG} - 1)S_{EG}^2 + (N_{KG} - 1)S_{KG}^2}{N_{EG} - N_{KG} - 2}}$$

Formel 2 - Standardabweichung (Quelle: Klau11)

N ist die Anzahl der Probanden und S bezeichnet die Standardabweichung der Experimental- und Kontrollgruppe.

Nach **COHEN** sind die Effektstärken für den erfolgten Lerntransfer wie folgt einzuschätzen:

$d = 0,2$ kleiner Effekt

$d = 0,5$ mittlerer Effekt

$d = 0,8$ großer Effekt.²³

In Abhängigkeit dieses Ergebnisses kann man Aussagen über die Bedeutung der Untersuchung und den vorherrschenden Lerneffekt treffen.

²³ (vgl. Klau11, S. 25)

3.4 Transfer von Strukturen

Es gibt verschiedene Varianten, um den Transfer durchzuführen. Es existiert der Transfer auf partiell identische Aufgaben, Transfer von Strukturen und der Transfer von Strategien.

Für diese Arbeit ist der Transfer von Strukturen von Relevanz und wird infolgedessen näher behandelt.

Bei dem Transfer von Strukturen wird wiederum unterschieden zwischen dem Transfer relationaler Strukturen und dem Transfer kategorialer Strukturen. Ersterer befasst sich mit Analogien und somit mit ähnlichen Aufgaben wie die zuvor Gelernten, so dass der Transfer über die Art und Weise der Bewältigung der Aufgaben gemessen wird. Letzterer hingegen behandelt das Einordnen nach Objekten und nach der unbewussten Kategorisierung, die jeder Mensch vornimmt. Während also bei den relationalen Strukturen die Erfassung und das Vergleichen von Relationen ins Blickfeld genommen wird, liegt der Fokus bei den kategorialen Strukturen bei der Erfassung und dem Vergleichen von Merkmalen oder Eigenschaften.²⁴

Da für die Studie der vorliegenden Untersuchung die relationalen Strukturen vorwiegend von Wichtigkeit sind, wird ein Schwerpunkt auf eben diese gelegt.

Ein zentrales Stichwort dieser Transferleistung von relationalen Strukturen ist die Analogie. Unter einer Analogie versteht man laut **KLAUER** folgendes:

„Analogien stellen sich als Paare von Sachverhalten dar, die unterschiedlichen Realitätsbereichen angehören können, sich aber durch eine gemeinsame Struktur auszeichnen. Die strukturelle Gemeinsamkeit besteht nicht im Material und nicht in den Eigenschaften oder den Merkmalen der Objekte, sondern in den Relationen, die zwischen den Objekten herrschen.“²⁵

²⁴ (vgl. **Klau11**, S. 55-98)

²⁵ (s. **Klau11**, S. 60)

Insofern handelt es sich bei Analogien um Verknüpfungen, die zwischen den verschiedenen Aufgaben gezogen werden. Die Aufgaben sind zwar nicht identisch, aber sie lassen sich auf eine ähnliche Art und Weise lösen, wobei die Struktur des Vorgehens durch das Vorwissen der vorherigen Aufgaben bekannt ist. Beispiele hierfür sind für die SUS die Klassenarbeiten, die oftmals das im Unterricht Gelernte durch analoge Aufgaben testen.²⁶

Der Weg der Lösung sieht folgendermaßen aus, wenn man eine analoge Aufgabe versucht zu bearbeiten:

1. Der Proband erinnert sich an eine frühere Aufgabe, die ein ähnliches Problem behandelt.
2. Das frühere Problem und die zugehörige Lösung wird rekonstruiert.
3. Man bildet eine analoge Lösung für die vorliegende Aufgabe.
4. Der Proband wendet die Struktur an.²⁷

Bei dieser Art der Untersuchung geht man also von einer Grundstruktur eines Problems aus, welche man in einem gewissen Kontext kennen gelernt hat. Die Transferleistung besteht dann darin, diese Grundstruktur in einem anderen Problem wiederzuerkennen oder sogar in einen neuen Zusammenhang zu übertragen.

²⁶ (vgl. **Klau11**, S. 60)

²⁷ (vgl. **Klau11**, S. 57)

4 Variablenarten

4.1 Grundlagen

Variablen sind wichtige Komponenten für die Programmierung. Man kann sich die Variable so vorstellen, dass es sich um ein Gedächtnis des Programms oder anders um einen Speicherplatz für Werte oder Rechnungsgrößen handelt, die im Laufe des Prozesses auftreten. Zur Variable gehören Name sowie Adresse, die auf den Speicherort verweisen.²⁸

Man deklariert die Variable in der Programmiersprache Java, indem man der Variable einen Namen und einen Typ zuordnet, so dass Speicherplatz reserviert wird.

Im Anschluss weist man der Variable einen Wert zu, wodurch die sogenannte Initialisierung stattfindet. Zudem kann man Bedingungen in die Zuweisung mit einbauen.²⁹

Bei der Zuordnung des Typs oder auch Datentyps wird festgelegt, welche Operationen mit der deklarierten Variable sinnvoll und zulässig sind. In der Programmiersprache Java hat der Programmierer die Möglichkeit diese Zuordnung zu treffen. Bei anderen Programmiersprachen ist diese Art der Deklaration nicht nötig, da die Sprache den Typ der Variable selbst erkennt.³⁰

Grunddatentypen in Java

Es gibt verschiedene **Datentypen** in Java, aus denen man wählen kann. Wichtig für uns sind die rot markierten Typen. Unterschieden wird in:

1. Ganze Zahlen

Typ	von	bis einschließlich	Größe	Beispiel
-----	-----	--------------------	-------	----------

²⁸ (vgl. SwiKar13)

²⁹ (vgl. SwiKar13)

³⁰ (vgl. SwiKar13)

byte	-128	127	8 Bit	103
short	-32'768	32'767	16 Bit	3'445
int	-2'147'483'648	2'147'483'647	32 Bit	106'789
long	-9'223'372'036'854. 775'808	9'223'372'036' 854'775'807	64 Bit	3'444'334 '222'555

Tabelle 1 - Ganze Zahlen (Quelle: Kla13)

2. Gleitpunkt- oder Fließkommazahlen

Typ	von	bis einschließlich	Größe	Beispiel
float	-3.4×10^{38}	3.4×10^{38}	32 Bit	3.42
double	-1.7×10^{308}	$1,7 \times 10^{308}$	64 Bit	3.445

Tabelle 2 - Gleitpunktzahlen (Quelle: Kla13)

3. Zeichen

Typ	von	bis einschließlich	Größe	Beispiel
char	0	65'535	16 Bit	"A"

Tabelle 3 - Zeichen (Quelle: Kla13)

4. Zeichenketten

Typ	Beispiel
String	"Dieser Satz ist eine Zeichenkette"

Tabelle 4 - Zeichenketten (Quelle: Kla13)

5. Wahrheitswerten oder boolesche Werte

Typ	Wertebereich	Größe	Beispiel

bool ean	true oder false	1 Bit	$3 > 6$
---------------------	-----------------	-------	---------

Tabelle 5 - Boolean (Quelle: Kla13)

Außerdem gibt es verschiedene **Operatoren** wie:

- Vergleichsoperatoren** (Hier folgt immer ein boolean oder Wahrheitswert als Ausgabe.)

Operator	Bedeutung	Beispiel
<	Kleiner als	$3 < 6$
\leq	Kleiner als oder gleich	$5 \leq 5$
>	Größer als	$7 > 3$
\geq	Größer als oder gleich	$4 \geq 3$
\equiv	Gleich	$3 \equiv 3$
\neq	Ungleich	$2 \neq 3$

Tabelle 6 - Vergleichsoperatoren (Quelle: Kla13)

- Arithmetische Operatoren**

Operator	Bedeutung
+	Addition
-	Subtraktion
*	Multiplikation
/	Division
%	Modulo (Restwert)

Tabelle 7 - Arithmetische Operatoren (Quelle: Kla13)

Wichtig ist zusätzlich, dass es eine Rangordnung der Datentypen gibt, die so aussieht:

byte < short < int < long < float < double

Dadurch werden in manchen Fällen Werte eines Datentyps in einen anderen Datentyp umgewandelt. Zum Beispiel ist „132 – 1.5“ automatisch vom Typ double, obwohl „132“ vom Typ int und „1.5“ vom Typ double ist. In dem Fall hat der Typ double aber eine höhere Rangordnung und dominiert dementsprechend.³¹

³¹ (vgl. Kla13)

5 Monoalphabetische Substitution

Für die Arbeit sind Grundkenntnisse der monoalphabetischen Substitution erforderlich und in Verbindung damit ist der Begriff der Häufigkeitsanalyse elementar. Einen Einblick in die Thematik erhält man im Folgenden.

5.1 Grundlagen

Unter monoalphabetischer Substitution (von griechisch: μόνο (mono) = „einzig“ und αλφάβητο (alphabeto) = „Alphabet“ und im Lateinischen: *substituere* = „ersetzen“) versteht man in der Kryptographie, also in der Wissenschaft, die sich mit Geheimschriften und Verschlüsselungsverfahren beschäftigt, ein Verschlüsselungsverfahren, das eine Umwandlung des Alphabets zur Verschlüsselung von dem Klartext in den Geheimtext verwendet. Zur Entschlüsselung oder zum „Knacken“ des Codes werden sogenannte Häufigkeitsanalysen in Kombination mit Mustererkennung verwendet.³²

Bei der monoalphabetischen Verschlüsselung werden einzelne Buchstaben, Zeichen, Zahlen oder Buchstabengruppen des Klartextes mithilfe des Schlüsselalphabets oder Geheimalphabets in einzelne Zeichen des Geheimtextes eins zu eins substituiert oder umgewandelt. Dieses Verschlüsselungsverfahren verhält sich anders als das Caesar-Verfahren, bei dem das Alphabet nur verschoben wird. Die Schwäche des Caesar-verschlüsselten Textes besteht nämlich darin, dass wenn der Schlüssel gefunden ist, der Rest des Textes durch einfaches Verschieben dekodiert werden kann. Bei dem monoalphabetischen Verfahren gibt es eine willkürliche Anordnung der Buchstaben und somit kann man mit Herausfinden eines Buchstabens nicht direkt den gesamten Rest entschlüsseln.³³

Im Folgenden ein kleines Beispiel.

³² (vgl. Bli13)

³³ (vgl. Wri00, S. 168ff)

Klartext:	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
Geheimtext:	F	U	L	Q	W	D	R	K	S	J	M	C	O	N	P	Y	B	V	T	E	X	H	Z	A	G	I

Aus dem Klartext „Das ist hier ein Beispiel“ wird nach Verschlüsselung der Geheimtext „QFT STE KSWV WSN UWSTYSWC“. Der Klartext lässt sich durch Entschlüsselung wieder aus dem Geheimtext rekonstruieren, indem man dort die Buchstaben in der zweiten Zeile durch die der ersten Zeile ersetzt.³⁴

Den Code kann man entschlüsseln, indem man eine Häufigkeitsanalyse durchführt. Dafür ist wichtig zu wissen, dass ein Buchstabe in jeder Sprache unterschiedlich häufig auftritt. In der deutschen Sprache ist der häufigste Buchstabe ein **e** und ganz selten tritt beispielsweise ein **q** oder ein **y** auf. Der zweithäufigste Buchstabe ist das **n**. Man versucht nachfolgend die Häufigkeit der Geheimbuchstaben zu analysieren und diese mit den Häufigkeiten des deutschen Alphabets zu vergleichen. Wenn man das **n** gefunden hat, hat man bereits einen großen Teil des Textes entschlüsselt und kann mit Probieren die restlichen Buchstaben herausfinden. Wichtig sind zudem Doppelkonsonanten wie beispielsweise **tt** oder **mm**, da diese leichter zu entschlüsseln sind.³⁵

Es gibt aber zudem eine Tabelle mit der Häufigkeit der Buchstaben in einem durchschnittlichen deutschen Text:³⁶

Buchstabe	Häufigkeit	Buchstabe	Häufigkeit	Buchstabe	Häufigkeit
a	6,51 %	j	0,27 %	r	7,00 %
b	1,89 %	k	1,21 %	s	7,27 %
c	3,06 %	l	3,44 %	t	6,15 %
d	5,08 %	m	2,53 %	u	4,35 %
e	17,40 %	n	9,78 %	v	0,67 %
f	1,66 %			w	1,89 %

³⁴ (vgl. Wri00, S. 168ff)

³⁵ (vgl. Bli13)

³⁶ (vgl. Bli13)

g	3,01 %	o	2,51 %	x	0,03 %
h	4,76 %	p	0,29 %	y	0,04 %
i	7,55 %	q	0,02 %	z	1,13 %

Tabelle 8 - Häufigkeit Buchstaben (Quelle: Bli13)

Nun ein Beispiel für eine Häufigkeitsanalyse bei einem beliebigen Satz.

**Scm Bhvt jbv cjo hoocxpfhmcm Vcbv tgm Hohkzbc qwo Lcxcjpvcvco jo scm
scgvbixco Bumhixc.**

Zuerst wird gezählt, wie oft jeder Buchstabe auftaucht:

c	<i>14 mal</i>
o	<i>8 mal</i>
v	<i>7 mal</i>
m, h, b	<i>6 mal</i>
j	<i>5 mal</i>
s, x	<i>4 mal</i>
i, t, g, p	<i>2 mal</i>
z, q, e, u, f, k, l	<i>1 mal und</i>
a, d, n, r, w, y	<i>kein mal</i>

Daraus erkennt man, dass das **c** wahrscheinlich das **e**, und das **o** das **n** darstellt.

Nach Einsetzung in den Geheimtext, sieht es so aus:

Scm Bhvt jbv cjo hoocxpfhmcm Vcbv tgm Hohkzbc

e* * *** e*n *nne*****e* *e** *** *n*****e**

qwo Lcxcjpvcvco jo scm scgvbixco Bumhixc.

****n *e*e***e**en *n *e* *e*****en *****e.**

Nun hat man ein Konstrukt aus e's und n's und muss mit ein wenig sprachlicher Intuition oder auch dem deutschen Duden den Rest versuchen zu entziffern. Im weiteren Verlauf könnte man so vorgehen, dass man sich das Wort anschaut, welches schon zu einem Großteil gelöst ist.

Das Wort e*n kann im deutschen nur das Wort ein sein. Also muss das **j = i** sein.

Nach Umstellung und Anpassung der anderen Buchstaben ergibt sich:

Scm Bhvt jbv cjo hoocxpfhmcm Vcbv tgm Hohkzbc

e **** i** ein *nne*****e* *e** *** *n*****e

qwo Lxcjpvcevco jo scm scgvbixco Bumhixc.

n *e*eie**en in *e* *e*****en *****e.

Das Wort i** steht vor dem Wort ein und kann somit nur ist heißen. Also ist **s = b** und **t = v**. Es ergibt sich:

Scm Bhvt jbv cjo hoocxpfhmcm Vcbv tgm Hohkzbc

e S*t* ist ein *nne*****e* Test *** *n***se

qwo Lxcjpvcevco jo scm scgvbixco Bumhixc.

n *e*ei*te*ten in *e* *e*tsen S*****e.

Da das Wort S*t* groß geschrieben ist, somit ein Nomen ist, und nur ein Wort davor steht, handelt es sich um einen Artikel. Der einzige mögliche Artikel ist „der“. Also ist das **d = s** und das **r = m**. Somit folgt:

Scm Bhvt jbv cjo hoocxpfhmcm Vcbv tgm Hohkzbc

Der S*t* ist ein *nne****rer Test **r *n***se

qwo Lxcjpvcevco jo scm scgvbixco Bumhixc.

n *e*ei*te*ten in der de*tsen S*r***e.

Wenn man sich das Wort de*ts**en anschaut und einen Blick in den Duden wirft, wird klar, dass das einzige mögliche Wort dafür deutschen sein kann. Somit ist das **u = g**, das **c = i** und das **h = x**:

Scm Bhvt jbv cjo hoocxpfhmcm Vcbv tgm Hohkzbc

Der S*t* ist ein *nneh***rer Test *ur *n***se

qwo Lcxjpvcevco jo scm scgvbixco Bumhixc.

**n *ehei*te*ten in der deutschen S*r*che.

Aus dem Wort *ur ergibt sich zur, womit das **z = t** ist und somit ergibt sich aus S*tz das Wort Satz, womit **a = h** ist. Also:

Scm Bhvt jbv cjo hoocxpfhmcm Vcbv tgm Hohkzbc

Der Satz ist ein anneh**arer Test zur Ana**se

qwo Lcxjpvcevco jo scm scgvbixco Bumhixc.

**n *ehei*te*ten in der deutschen S*rache.

Aus dem Rest ergibt sich:

Scm Bhvt jbv cjo hoocxpfhmcm Vcbv tgm Hohkzbc

Der Satz ist ein annehmbarer Test zur Analyse

qwo Lcxjpvcevco jo scm scgvbixco Bumhixc.

von Geheimtexten in der deutschen Sprache.

Klartext:	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
Geheimtext:	H	F	I	S	C	N	L	X	J	A	Y	K	P	O	W	U	D	M	B	V	G	Q	R	E	Z	T

5.2 Sicherheit

Bei der Caesar-Verschlüsselung z.B. gibt es nur 25 Möglichkeiten aller Kombinationen, da dort eine Verschlüsselung nach der Reihenfolge des Alphabets erfolgt. Das Alphabet wird hier lediglich um die gewünschte Anzahl der Stellen verschoben. Bei der monoalphabetischen Verschlüsselung hingegen gibt es wesentlich mehr Möglichkeiten zu anderen Kombinationen des Standardalphabets. Bei

anderen Alphabeten gibt es dementsprechend mehr oder weniger Kombinationen.³⁷

Für den ersten Buchstaben im Alphabet **A** findet sich eine von 26 möglichen Alphabetpositionen zur Anordnung. Der zweite Buchstabe **B** hat dann noch 25 mögliche Plätze zur Auswahl, für den dritten wiederum 24, und der Rest ist analog. Insgesamt berechnen sich so $26 \cdot 25 \cdot 24 \cdot 23 \cdots 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 26!$ (Fakultät) Möglichkeiten zu anderen Kombinationen des Alphabets. Das sind circa $4 \cdot 10^{26}$ Fälle.

Man sollte daher meinen, dass eine Entzifferung durch Ausprobieren aller Fälle unmöglich wäre, doch dem ist nicht so. Die monoalphabetische Substitution ist trotzdem unsicher und leicht zu entschlüsseln. Zwar nicht so schnell wie der Caesar-Code, aber selbst relativ kurze Geheimtexte, die monoalphabetisch verschlüsselt sind (wenige Buchstaben sind schon ausreichend), können mithilfe der Häufigkeitsanalyse und durch Mustersuche entziffert werden.³⁸

³⁷ (vgl. **Pom08**)

³⁸ (vgl. **Pom08**)

6 Verknüpfung mit dem Lehrplan und den Bildungsstandards in der Sekundarstufe I

Dieses Kapitel dient als hergestellte Verbindung zwischen den in dieser Masterarbeit behandelten Inhaltsaspekten Variablentypen und Monoalphabetische Substitution und den Richtlinien und Lehrplänen des Landes NRW für Informatik in der Sekundarstufe I sowie den empfohlenen Bildungsstandards für die Sekundarstufe I von der Gesellschaft für Informatik e.V.. Durch die Verknüpfung der Inhalte wird die Relevanz des gewählten Kontextes dieser Arbeit deutlich.

6.1 Richtlinien und Lehrpläne Informatik. Gymnasium. Sekundarstufe I

Die Lehrpläne sind in Bezug auf die Inhalte recht allgemein gehalten. Die Inhalte für die Sekundarstufe I in Informatik finden sich in dem Kapitel „Bereiche und Inhalte des Fachs Informatik“ wieder.

Unter der Überschrift „Bereiche und didaktische Konzeption“ werden sechs Bereiche genannt, die den Informatikunterricht in der Sekundarstufe I prägen sollen:

1. Bereich 1: Methoden der Softwareentwicklung
2. Bereich 2: Anwendersysteme
3. Bereich 3: Informations- und Kommunikationssysteme
4. Bereich 4: Arbeitsweise von Computersystemen
5. Bereich 5: Messen, Steuern und Regeln bei technischen Prozessen
6. Bereich 6: Simulation³⁹

Die konzeptionelle Bearbeitung der verwendeten Datenstrukturen, wie sie bei Variablentypen benötigt werden, lassen sich funktional in allen Bereichen einordnen. Zudem kann das Prinzip der monoalphabetischen Substitution, der Ver-

³⁹ (s. NRW93, S. 37-41)

schlüsselung oder Kryptologie und somit der Dateiverwaltung und auch des Datenschutzes ebenfalls in allen Bereichen Anklang finden.

Der erste Bereich fördert das Verständnis für die Vorgehensweisen von Maschinen und legt den SUS somit eine Grundlage dafür, dass wenige Schritte zur Entstehung eines Computerprogramms notwendig sind. Dazu gehören u.a. Methoden wie die der Problemabstraktion, der schrittweisen Verfeinerung und der Strukturierung des Problems in Module. Für diese Entwicklung ist das Verständnis für Datentypen und -strukturen unerlässlich, da höhere Programmiersprachen darauf aufbauen sollen. Dateiverwaltung und -schutz spielen bei der Benutzerverwaltung eine große Rolle und sind somit unerlässlich für diesen Bereich. In dem zweiten Bereich liegt das Augenmerk bei Anwenderprogrammen wie Dateiverwaltung, Textverarbeitung und Tabellenkalkulation. Die Zugehörigkeit beider Thematiken ist offensichtlich. Vernetzte Kommunikationssysteme und in dem Kontext Missbrauch und Datensicherheit werden in dem dritten Bereich thematisiert. Die Stichworte Datensicherheit und Vorbeugung vor Missbrauch sind übergeordnete Aspekte der monoalphabetischen Substitution und auch hier sind Datenstrukturen von Relevanz. Die letzten drei Bereiche sind Hinführung und Durchführung der ersten Programmierschritte, in denen beide Inhalte vertreten sind.

Zudem ist die Rede von „obligatorischen und fakultativen Inhalten“, in denen die zwei Jahre, in denen Informatik überwiegend in der Sek I unterrichtet wird, halbjahresweise nach Inhalten aufgelistet sind.

In dem ersten Halbjahr des ersten Lernjahres sind u.a. Inhalte wie

- Nutzung von Dateiverwaltungssystemen
- Datentypen in Dateien (Ganzzahlen, Gleitkommazahlen, Zeichenketten,..)
- Datenschutz und Datensicherheit
- Nutzung von Textverarbeitungssystemen
- Nutzung von Tabellenkalkulationssystemen⁴⁰

⁴⁰ (s. NRW93, S. 41-46)

Obligatorisch können diese Inhalte bearbeitet werden, die aber als Grundlage für die nächsten Jahre dienen und somit alle wieder in den Grundsätzen aufgegriffen werden.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die beiden Inhalte in der Tat laut den Richtlinien und Lehrplänen des Bundeslands NRW zu den elementaren Inhalten des Informatikunterrichts der Sekundarstufe I des Gymnasiums gehören.

6.2 Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I

Die 2008 vorgestellten Bildungsstandards Informatik stellen Mindeststandards für die Sekundarstufe I dar.

In den Bildungsstandards wird bei den genannten Kompetenzen zwischen Inhalts- und Prozessbereichen unterschieden. Zu den Inhaltsbereichen zählen folgende Kernbereiche:

- Information und Daten
- Algorithmen
- Sprachen und Automaten
- Informatiksysteme
- Informatik, Mensch und Gesellschaft⁴¹

In dem Punkt „Informationen und Daten“ wird erwartet, dass die SUS „den Zusammenhang von Information und Daten sowie verschiedene Darstellungsformen für Daten, [...] und Operationen auf Daten verstehen“ und diese in Bezug auf die dargestellte Information interpretieren. Dieses geforderte Verständnis wird gleichermaßen für das Erlernen der Bereiche Variablentypen und monoalphanumerische Substitution benötigt. Das „Lösen von Aufgaben und Problemen aus ver-

⁴¹ (s. **Bil08**, S. 12-13)

schiedenen Anwendungsbereichen“¹⁰, was als Voraussetzung für die Algorithmen genannt wird, kann man ebenso den Inhalten der Arbeit unterordnen.

Die Bildungsstandards legen einen großen Schwerpunkt auf eine Verzweigung der fachwissenschaftlichen Inhalte mit den fachübergreifenden Inhalten in dem Bereich „Informatik, Mensch und Gesellschaft“. Hierbei werden u.a. „Wechselwirkungen zwischen Informatiksystemen und ihrer gesellschaftlichen Einbettung“ sowie eine angemessene Reaktion „auf Risiken bei der Nutzung von Informatiksystemen“ berücksichtigt. Die genannten Wechselwirkungen passen in den Inhaltsbereich.

Zudem gibt es die sogenannten Prozessbereiche, die sich durch diese Aspekte auszeichnen:

- Modellieren und Implementieren
- Begründen und Bewerten
- Strukturieren und Vernetzen
- Kommunizieren und Kooperieren
- Darstellen und Interpretieren⁴²

Die Prozessbereiche unterscheiden sich insofern von den bisherigen Inhalten in den Richtlinien und Lehrplänen des Landes NRW und von den Inhalten aus den Bildungsstandards, dass hierbei auch außerunterrichtliche Gestaltungsmöglichkeiten berücksichtigt werden. Alle Bereiche werden in den Inhalten dieser Arbeit berücksichtigt, doch ist besonders hervor zu heben, dass unter dem Punkt „Strukturieren und Vernetzen“ ebenfalls erwünscht, bzw. vorausgesetzt wird, dass „Verbindungen innerhalb und außerhalb der Informatik“ erkannt und genutzt werden. Dieses Prinzip wird in der gesamten Arbeit, der Studie über den Lerntransfer der Informatik außerhalb des Informatikunterrichts, berücksichtigt, und ist somit als besonders relevant im Hinblick auf die Bildungsstandards zu betrachten.

⁴² (s. **Bil08**, S. 13-14)

Insgesamt ist zu sagen, dass sowohl die Richtlinien und Lehrpläne als auch die Bildungsstandards für die Informatik in der Sekundarstufe I die Relevanz der ausgewählten Themen dieser Arbeit bestätigen und sogar das Prinzip dieser Arbeit, die Vermittlung von fächerübergreifendem Wissen, nach den Bildungsstandards gewollt ist.

7 Erhebung einer Quantitativen Studie – Wichtige Kriterien

Innerhalb dieser Arbeit wird der Forschungsfrage

„In welchem Maße lässt sich der Lerntransfer im Informatikunterricht in der Sekundarstufe I im Hinblick auf ausgewählte, durch das Schulcurriculum vorgegebene Inhalte, nachweisen?“

nachgegangen und eine quantitative Studie zu dem Inhalt Lerntransfer im Hinblick auf zwei Thematiken des Informatikunterrichts durchgeführt. Es werden dabei sowohl schriftliche Testungen als auch Interviews berücksichtigt.

Im Folgenden werden einige Aspekte aufgeführt, die für die Tests und Interviews der vorliegenden Masterarbeit relevant sind.

7.1 Definition

Das Ziel einer quantitativen Studie ist Verhalten in Form von Modellen, Zusammenhängen und zahlenmäßigen Ausprägungen differenziert zu dokumentieren und für weitere Studien vorhersagbar zu machen. Die Datengrundlagen bieten Äußerungen - schriftlich oder mündlich - der Probanden. Eine quantitative Untersuchung ist dementsprechend sehr objektbezogen und spiegelt eine möglichst große repräsentative Zufallsstichprobe von relevanten Personengruppen in Form von Befragungen durch Testungen oder quantitativen Interviews wider. Die entstehenden Messwerte werden in den Kontext der Untersuchung eingebettet und auf einen generalisierenden Faktor gebracht, der die festgelegte Hypothese überprüft.⁴³

Es ist wichtig, dass für alle Probanden die gleichen Voraussetzungen geschaffen werden. Zudem sollte nach einer gleichförmigen Struktur und standardisiert vorgegangen werden, um die Aussagen vergleichbar zu machen. Aus dem Grund sollte bei schriftlichen Testungen darauf geachtet werden, dass es eine einheitli-

⁴³ (vgl. Win00)

che Bewertungsskala gibt. Zusätzlich gilt noch für die Interviews, dass der gleiche Wortlaut und die gleiche Reihenfolge bei jedem Befragten wiederholt werden.⁴⁴

7.2 Standardisiertes Vorgehen

Zunächst ist es für die Studie sinnvoll die Fragestellung angemessen zu definieren und sich ausreichend zu informieren, da darauf der gesamte weitere Kontext aufbaut. Im Anschluss sollten die Erhebungsinstrumente wie Fragebögen, Tests oder Interviewfragen erzeugt werden. Dann erfolgt die Erhebung und Eingabe der Daten, die quantitativ statistisch ausgewertet werden. Nach dem Vorliegen dieses Ergebnisses geschieht die Interpretation. Die Interpretation findet nach einem vorgefertigten standardisierten Muster statt, die sich durch Antwortkategorien ergibt.⁴⁵

Bei standardisierten Interviews für eine quantitative Studie wird wie folgt vorgegangen. Die Befragten werden zumeist in Stichproben gewählt, die ggf. durch schriftliche Vortestungen vorgenommen wurden. Die gängige Methode für ein Interview ist die von Angesicht zu Angesicht. Dabei ist gerade für die quantitative Methode zu beachten, dass bei jedem Befragten exakt die gleichen Fragen gestellt werden. Es ist im Voraus ein mögliches Antwortmuster zu erstellen, wonach die Fragen in Kategorien eingeordnet werden können, um eine standardisierte Auswertung zu sichern. Wenn bei der Auswertung nur vorgefertigte Antwortmöglichkeiten berücksichtigt werden, wird von einer geschlossenen Frage gesprochen. Wenn hingegen noch Offenheit für neue Antwortmöglichkeiten besteht, spricht man von halboffenen Fragen. Letzteres ist bei quantitativen Interviews aber seltener der Fall.⁴⁶

⁴⁴ (vgl. **Win00**)

⁴⁵ (vgl. **Die07**)

⁴⁶ (vgl. **Die07**)

7.3 Voraussetzungen

Wichtige Voraussetzungen für die Erhebung einer quantitativen Studie sind unter anderem, dass der Gegenstand der Untersuchung bekannt ist, um Zusammenhänge zwischen den Antworten zu sehen und diese in den richtigen Kontext zu betten. Zudem muss natürlich ein Vorwissen vorhanden sein, um die Aufgaben und ein Beurteilungsschema erstellen zu können und um die richtige Untersuchungsgruppe für die zu untersuchende Thematik zu filtern. Die schriftlichen Testungen sollten so konstruiert sein, dass eine quantitative Auswertung stattfinden kann.⁴⁷

Vorteile einer solchen Studie sind, dass die Ergebnisse exakt sind und gut für Statistiken geeignet sind. Es gibt aufgrund der strikten Vorgehensweise, die die Probanden nicht individuell berücksichtigt, eine erhebliche Zeitersparnis, die es ermöglicht eine große Stichprobe zu untersuchen. Zudem hat die Studie eine hohe Validität und sichert bessere Vergleichbarkeitschancen.⁴⁸

Die Nachteile ergeben sich aber wiederum umgehend aus den Vorteilen. Durch die Monotonie, was die strikte Vorgehensweise belangt, ist es oftmals nicht möglich auf Besonderheiten einzugehen. Zudem gestaltet es sich manchmal als schwierig die Antworten der Teilnehmer der Studie in ein Raster zu transformieren, da sie komplexer ausfallen können. Zusätzlich fehlt die Flexibilität innerhalb der Testungen. Die Offenheit für neue Erkenntnisse fehlt zudem auch, da Kategorien für alle Ergebnisse im Voraus geschaffen werden, die ebenfalls keine Verbesserungsvorschläge durch die Probanden für die Thematik zulässt.⁴⁹

Die Auswahl der Probanden erfolgt stichprobenhaftig. Dabei ist im Gegensatz zu den qualitativen Studien keine Besonderheit zu berücksichtigen.⁵⁰

⁴⁷ (vgl. Win00)

⁴⁸ (vgl. Win00)

⁴⁹ (vgl. Win00)

⁵⁰ (vgl. Win00)

Zweiter Teil: Empirische Untersuchungen

Dieser zweite Teil der Arbeit beschäftigt sich mit der Praxis, den Tests und den Interviews zur Untersuchung des Lerntransfers und der damit verbundenen Forschungsfrage. Hierfür werden die Umstände der Untersuchungsgruppen erörtert, die Aufgaben innerhalb des Unterrichts und auch für die Testungen vorgestellt und im Anschluss analysiert. In Abhängigkeit der ausgeführten schriftlichen Testungen werden die Konditionen für die Interviews im Anschluss festgelegt und untersucht.

8 Schriftliche Testungen

8.1 Beschreibung der Untersuchungsgruppen

Bei den Untersuchungsgruppen handelt es sich um verschiedene Kurse der Stufe 9 am Annette-von-Droste-Hülshoff-Gymnasium Münster. Die Stufe verzeichnet insgesamt 153 SUS im Alter zwischen 14 und 15 Jahren in fünf Parallelklassen, von denen 34 SUS das Wahlfach Informatik in der 8. Klasse in Form eines Differenzierungskurses angewählt haben. Es gibt zwei Informatikkurse mit jeweils 16 und 18 SUS aus verschiedenen Klassen.

8.1.1 Probanden für die Monoalphabetische Substitution

Bei dem ersten Kurs mit 16 SUS handelt es sich um einen Kurs, den ich als Aushilfslehrerin während des Studiums vor einem Jahr zu Beginn des Wahlfachs in der Stufe 8 unterrichtet habe. In der Zeit habe ich unter anderem die Thematik der Kryptographie und innerhalb dieser die monoalphabetische Substitution samt Häufigkeitsanalyse mit den nachher erwähnten vorbereitenden Aufgaben behandelt und kann den Kenntnisstand der SUS somit genau einschätzen. Da im Parallelkurs genau der gleiche Stoff mit Absprache behandelt wurde, verfügen

auch diese SUS über das Wissen und sind somit auf dem gleichen Kenntnisstand. Zwar ist das Gelernte schon über ein Jahr her, doch ist gerade hier die Untersuchung des Lerntransfers mehr als interessant.

Schüler/innen	Untersuchungsgruppe	Untersuchungsumgebung
Informatik-SUS Klasse 9	Experimentalgruppe	Deutschunterricht
SUS ohne Informatik-kenntnisse Klasse 9	Kontrollgruppe	Deutschunterricht

Tabelle 9 - Probanden Monoalphabetische Substitution (Quelle: eigene Herstellung)

Der Lerntransfer zu der Thematik der monoalphabetischen Substitution wird getestet, indem ich die Deutschlehrer/innen der jeweiligen Kurse gebeten habe, einen 20-minütigen Test innerhalb des Deutschunterrichts bei allen SUS durchführen zu lassen. Da sich hier auch Nicht-Informatiker befinden, die kein Vorwissen haben, entsteht automatisch eine sogenannte Kontrollgruppe. Die Informatik-SUS zählen zu der Experimentalgruppe (s. Tabelle 9). Bei dem Test handelt es sich um einen in den Kontext eines Krimis gesetzten monoalphabetischen Code, der mithilfe einer Häufigkeitsanalyse zu entschlüsseln ist, wie im weiteren Verlauf auch zu sehen ist. Der Test wird jeweils vor Weihnachten geschrieben und passt, da in den Deutschkursen zu der Zeit das Thema Krimi behandelt wird, perfekt in den Unterricht. Die Lehrerinnen und Lehrer (LUL) werden den SUS sagen, dass es sich um einen Test zur Untersuchung der Vorgehensweise handelt, der eingesammelt, aber nicht benotet wird. Das wird deswegen so erfolgen, damit die SUS sich nicht gedanklich in einer Prüfungssituation befinden, damit das Ergebnis nicht verfälscht wird. Insgesamt werden nicht alle fünf, sondern drei Deutschkurse getestet, da die für den Lerntransfer relevante Gruppe nur in den dreien vertreten ist.

8.1.2 Probanden für die Variablenarten

Dieser eben erwähnte Informatikkurs, den ich ehemals unterrichtete, wird nun in der 9 von einem studierten Informatiklehrer unterrichtet und wird das Thema

JavaKara⁵¹ und in dem Kontext Variablen- und Datentypen behandeln. Da es sich hier um ein spezielleres Themengebiet handelt, das nicht so gut in einen anderen Kontext eingebettet werden kann, wird die Testung zum Thema Variablen und Datentypen im Bereich des Informatikkurses bleiben. Allerdings werden diese Tests durchgeführt, wenn bereits ein neues Thema eingeführt wurde und die SUS sich gar nicht mehr gedanklich in der Umgebung der Variablen oder JavaKara befinden. Die Kontrollgruppe ist hier der Parallelkurs, der Variablen und Datentypen nicht behandeln wird, den Test aber ebenfalls durchführt (s. Tabelle 10).

Schüler/innen	Untersuchungsgruppe	Untersuchungsumgebung
Informatik-SUS Klasse 9 mit Vorwissen	Experimentalgruppe	Informatikunterricht
Informatik-SUS Klasse 9 ohne Vorwissen	Kontrollgruppe	Informatikunterricht

Tabelle 10 - Probanden VariablenTypen (Quelle: eigene Herstellung)

⁵¹ <http://www.swisseduc.ch/informatik/karatojava/javakara/>

8.2 Vorstellung der Unterrichtsmaterialien zur Prüfung des Lerntransfers

8.2.1 Variablenarten

Aufgabe

Die Vorbereitung der Testung der Informatik-SUS mit Vorwissen als auch der Kontrollgruppe, der Informatiker ohne Vorwissen, gestaltete sich anfangs als schwierig. Die Wahl der Art der Aufgabenstellung musste einerseits den Vorkenntnissen derer mit Vorwissen genügen und durfte nicht zu simpel sein und andererseits musste sie so gestaltet sein, dass diejenigen ohne Vorwissen auch einen möglichen Ansatz daraus ziehen konnten. Letztendlich habe ich nach einem möglichst einfachen Themengebiet gesucht, in dem sich beide Gedanken vereinbaren ließen.

Da sich die folgende Aufgabe schlecht in andere Unterrichtskurse unterbringen ließ, habe ich den Kontext des Informatikunterrichts für beide Gruppen gewählt.

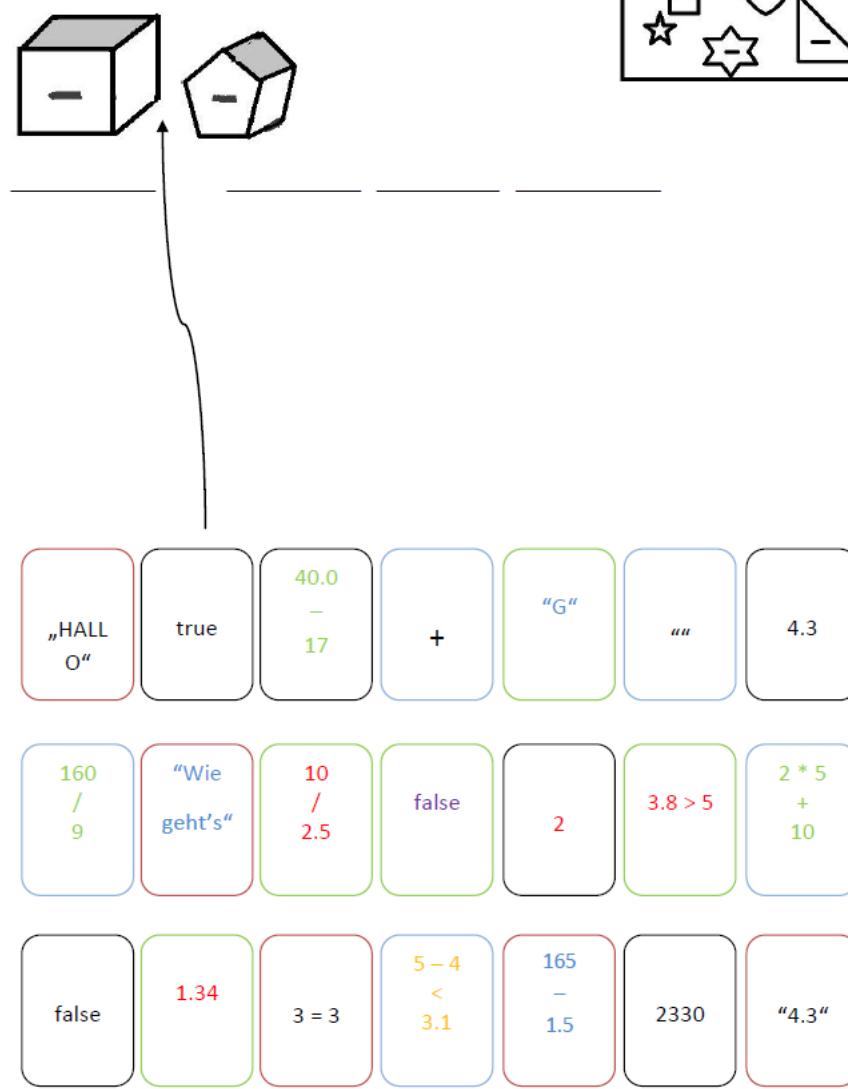
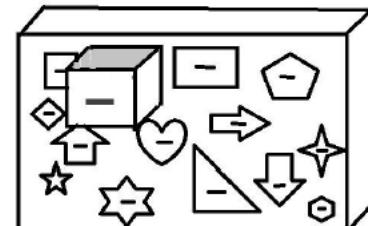
Bei der Aufgabe handelt es sich hier um eine einfache Sortieraufgabe. In der Aufgabe handelt es sich um einen Schrank mit Schubladen und mehreren Karten mit verschiedenen Variablenarten in unterschiedlichen Farben, die den Schubladen zugeordnet werden sollten. Den SUS war keine Art der Sortierung vorgegeben, sondern sie konnten ihre eigene Zuordnung frei wählen. Wichtig war es auch, dass die Aufgabenblätter in Farbe verteilt wurden, damit ggf. auch eine Sortierung nach Farben stattfinden konnte (s. Abb.3).

Auf dem zweiten Aufgabenblatt sollten die SUS genau formulieren wie sie auf die Lösung der Aufgabe gekommen sind und welche Art der Ordnung vorgenommen wurde, um bereits wichtige Gedankengänge für den potenziellen Lerntransfer zu dokumentieren und um bei Unklarheiten oder besonderen Fällen ggf. auf Interviews zurückgreifen zu können (s. Abb. 4)

Name: _____

Zuordnung der Spielkarten

Im Folgenden siehst du einen Schrank mit mehreren freien Schubladen. Darunter befinden sich einige Spielkarten. Finde für die Spielkarten deine eigene Ordnung, verwende dafür so viele Schubladen wie du brauchst. Löse die Aufgabe, so dass jeder sie verstehen kann. Du hast dafür unbegrenzt Schubladen zur Verfügung, die du neben die vorgegebenen zwei Schubladen zeichnen kannst. Schreibe außerdem für jede Schublade eine Überschrift für die Zuordnung auf die durchgezogenen schwarzen Linien darunter.



1

Abbildung 3 - Aufgabe Variabtentypen (Quelle: eigene Herstellung)

Name: _____

Erkläre hier nach welchen Kriterien und Zuordnungen du deine Ordnung erstellt hast und worauf sie aufbaut:

Abbildung 4 - Aufgabe Variablenarten (Quelle: eigene Herstellung)

Im Kontext der quantitativen Studie habe ich die schriftlichen Testungen klar und strukturiert gehalten und prinzipiell nur einen einzigen Bereich abgefragt. Wird der Kontext der Sortierung nach Variablenarten angewendet oder nicht? Zu der richtigen Lösung gehört nicht zwingend das Angeben der Variablenarten wie Double, Char, String, etc., sondern allgemein das Sortieren nach Zahlen, Wörtern, Buchstaben oder anderen Ausrichtungen, um das Erreichen des Ziels auch für die Kontrollgruppe zu ermöglichen.

Bewertungsniveau

Bei dieser Aufgabe gibt es mehrere Lösungen der Zuordnung. Beispielsweise könnte man das Sortieren auch nach Farbe vornehmen. Im Rahmen des Informatikunterrichts ist aber die erwünschte Zuordnung die nach Variablentypen, die nicht zwingend das Wissen der Begrifflichkeiten voraussetzt, sondern auch durch eine differenzierte Sortierung in Buchstaben, Zahlen, Wörter und Sätzen erfolgen kann.

Die Antwortkategorien können also in vier Untergruppen unterteilt werden.

- Informatikschüler/in mit Vorwissen und die Sortierung erfolgte nach Variablenarten
- Informatikschüler/in mit Vorwissen und die Sortierung erfolgte nicht nach Variablenarten
- Informatikschüler/in ohne Vorwissen und die Sortierung erfolgte nach Variablenarten
- Informatikschüler/in ohne Vorwissen und die Sortierung erfolgte nicht nach Variablenarten

Mit dem durch die Unterrichtsmaterialien erarbeiteten Vorwissen ist der Maßstab für die Informatik-SUS die Lösung in Abbildung 5. Wichtig bei der Auswertung der Ergebnisse ist hier, dass die Kontrollgruppe auch berücksichtigt wird. Die Kontrollgruppe hat das Vorwissen der Begriffe nicht und insofern waren die richtigen Begriffe nicht entscheidend.

true	"HALL O"	165 - 1.5	+	"Wie geht's"	5 - 4 < 3.1	160 / 9
Boolean	String	Double	Operator	String	Boolean	Int
false	4.3	""	40.0 - 17	10 / 2.5	"4.3"	"G"
Boolean	Double	String	Double	Double	String	Char
3 = 3	2 * 5 + 10	1.34	2330	2	3.8 > 5	false
Boolean	Int	Double	Int	Int	Boolean	Boolean

Abbildung 5 - Auflösung Variablen (Quelle: eigene Herstellung)

8.2.2 Monoalphabetische Substitution

In diesem Kapitel werden einige wichtige Aufgaben vorgestellt, die die SUS im Rahmen der Vorbereitung innerhalb des Unterrichts bearbeitet haben. Außerdem wird die Aufgabe der Testung für den Lerntransfer behandelt sowie eine mögliche Lösung.

Aufgabe

Die Aufgabenstellung sollte so gewählt sein, dass sowohl Informatik-SUS als auch Nicht-Informatik-SUS in der Lage sind einen Zugang zur Aufgabe zu finden und sie ggf. sogar zu lösen. Dafür musste ein möglichst pauschaler Kontext gefunden werden, in den sich dieses Aufgabenkonstrukt einbinden lässt und der außerdem in einen anderen Unterrichtsbereich wie in den des Deutschunterrichts einzubetten ist.

Die Aufgabe beschreibt einen Überfall auf ein Juweliergeschäft in Münster, bei dem die Polizei sich unschlüssig ist, wo die Beute versteckt wurde. Nach intensiven Observationen der Verdächtigen sowie der Untersuchung der Post, konnte ein Hinweis gefunden werden, der aber verschlüsselt zu sein scheint. Die Aufgabe für die SUS lautet, dass sie sich Gedanken über die Art der Weise der Verschlüsselung machen und zudem Ideen entwickeln sollen wie man den Code entschlüsseln kann (s. Abb. 6).

Im Kontext der quantitativen Studie wurde die Aufgabenstellung klar formuliert und strukturiert ein Bereich abgefragt. Sind die SUS in Abhängigkeit von ihrem Vorwissen in der Lage die Aufgabe zu lösen oder nicht? Dabei sind schon Ansätze entscheidend, die das Vorgehen auf dem Weg der Lösung beschreiben und deswegen wurde auch eine erklärende Aufgabe auf dem Arbeitsblatt berücksichtigt.

Name: _____

Die Schatzsuche

Aufgabe:

Lies den Text und überlege wie der Inspektor das Rätsel gelöst haben könnte.

Nach dem Überfall eines Juweliergeschäftes von zwei Männern konnte die Polizei drei Wochen nach dem Geschehen einen Täter namens Eduard Meier durch DNA-Proben vom Tatort und Zeugenaussagen überführen und verhaften. Der andere Täter ist allerdings noch nicht gefasst, obwohl es einen Verdächtigen namens Lars Peters gibt, der aber aufgrund mangelnder Beweise noch nicht verhaftet werden konnte. Zudem ist die ergaunerte Beute in Höhe von 1,5 Millionen Euro ebenfalls nicht wieder aufgetaucht. Der Inspektor Hofmann von der Polizei Münster vermutet, dass die Beute von Eduard Meier versteckt und sicher verwahrt wurde, da Eduard Meier als Kopf des Teams angesehen wird. Außerdem wird Lars Peters rund um die Uhr observiert und bisher hat er keine Anzeichen dafür gegeben, dass er die Beute hat.

Da es aber nun so aussieht, dass Eduard Meier eine Gefängnisstrafe von 10 Jahren droht, vermuten die Fahnder, dass Lars Peters nicht so lange warten und seinen Anteil der Beute schnell haben möchte.

Aus dem Grund werden alle Nachrichten von Lars Peters gründlich dahingehend geprüft, ob ein Kontakt zu Eduard Meier hergestellt wird.

Zwei Jahre nach dem Überfall glaubt Inspektor Hofmann eine Spur zu haben. In der Post von Lars Peters wurde ein Brief entdeckt, dessen Absender die Großmutter von Peters sein soll.

Im Brief steht aber folgendes in Schreibmaschinentinte geschrieben:

„Yhggt Ghwo cpfipi Hivpfg yhqp fry fi pfipe Kghovfdqpnvpg nivpw cpe Ovpj cpo Hhoppo qpbpovfjv Vhnryp ypwnivpw nic cn mfwov fyi bficpi Hnb Qhgc PE

Liebe Grüße

Deine Oma Edeltraud“

Der Inspektor las sich diesen Brief durch und wusste sofort was zu tun war.

Abbildung 6 - Aufgabe Häufigkeitsanalyse (Quelle: eigene Herstellung)

Die zweite Aufgabe beschäftigt sich damit, dass sich die SUS an der Lösung der Nachricht versuchen sollen (s. Abb. 7).

Abbildung 7 - Aufgabe Häufigkeitsanalyse (Quelle: eigene Herstellung)

Hierzu habe ich jeweils von den LUL zu Beginn der zweiten Aufgabe individuell Tabellen mit den Werten der Häufigkeit der Buchstaben in der deutschen Sprache austeilten lassen (s. Tabelle 8, S. 17). Es galt hier abzuwägen, inwiefern das Austeilen der Tabellen die Vorgehensweise der Experimentalgruppe beeinflusst,

denn mit dieser Tabelle ist die Chance für eine Erinnerung an das vorher Gelernnte signifikant höher. Allerdings musste man der Kontrollgruppe eine Möglichkeit bieten die Aufgabe ebenfalls korrekt lösen zu können. Denn ohne diese Tabelle ist ihnen eine Bearbeitung nach dem Prinzip der Monoalphabetischen Substitution nicht möglich. Aus dem Grund fiel die Entscheidung auf das Austeilen der Zettel mit den Häufigkeiten der Buchstaben in der deutschen Sprache. Dieser Punkt wird ebenfalls in der Diskussion der Ergebnisse berücksichtigt.

Bewertungsniveau

Die Entschlüsselung des Geheimtextes erfolgt per Häufigkeitsanalyse. Von den Informatik-SUS wird erwartet, dass sie den am häufigsten vorkommenden Buchstaben „P“ als **e** und den zweithäufigsten „I“ als **n** klassieren und im Anschluss intuitiv vorgehen, um im Folgenden diese Lösung zu erhalten:

Klartext:	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
Geheimtext:	J	F	D	K	M	I	L	A	N	G	P	Y	W	U	S	E	B	C	X	O	Q	T	R	Z	H	V

Hallo Lars deinen Anteil habe ich in einem Plastikbeutel unter dem Steg des Aasees befestigt Tauche herunter und du wirst ihn finden Auf Bald EM

Für die Klassifizierung der SUS werden vier Antwortkategorien berücksichtigt.

- Informatikschüler/in findet einen Lösungsansatz
- Informatikschüler/in findet keinen Lösungsansatz
- Schüler/in ohne Vorkenntnisse findet einen Lösungsansatz
- Schüler/in ohne Vorkenntnisse findet keinen Lösungsansatz

Entscheidend ist hier der Lösungsansatz. Wichtig ist keine komplette Lösung des verschlüsselten Textes, da diese in der kurzen Zeit auch nur geringfügig möglich ist, sondern der Lösungsansatz und in dem Zusammenhang die Beschreibung der

Vorgehensweise sind entscheidend. Sollte ein Schüler/in folglich schon den Ansatz des Prinzips der Monoalphabetischen Substitution auf dem Test kenntlich gemacht haben, und sei es auch nur in Form der Entschlüsselung für den häufigsten Buchstaben „E“, so gilt der Test als erfolgreich gelöst. Da es zudem unter anderem entscheidend ist keinen zu kurzen Verschlüsselungstext zu nehmen, da die Häufigkeit der Buchstaben nach der deutschen Sprache nur bei längeren Texten aufgeht, handelt es sich um einen recht langen Text für die SUS. Die Bearbeitungszeit beträgt 20 Minuten, so dass eine vollständige Lösung des Codes aufgrund der Länge durch die SUS, inklusive der Experimentalgruppe, nur geringfügig möglich ist. Insofern ist der Lösungsansatz für die Untersuchung relevant.

8.3 Einbettung in die Lerntransferforschung

Im Bereich der schriftlichen Testungen wird in beiden Fällen nach dem Proaktionsplan vorgegangen. Die Experimentalgruppe hat jeweils den Stoff der Monoalphabetischen Substitution und den der VariablenTypen vorher gelernt, die Kontrollgruppe wiederum nicht.

Da es sich um eine 9. Stufe einer Schule handelt, die alle auf dem gleichen Wissensstand sind, sind vergleichbare Leistungsniveaus vorhanden und somit ist das Ergebnis der durchgeführten Studie repräsentativ.

Beide Themengebiete werden in Form von relationalen Strukturen getestet. Wie die Unterrichtsmaterialien zeigten, werden in den Testungen nur analoge Aufgaben in Form eines anderen Kontexts abgefragt.

Placeboeffekte werden ausgeschlossen, da in jedem Fall der Testdurchführungen die LUL selbst den Unterricht halten. Sie haben Erklärungen für ihr Vorgehen, so dass die SUS sich nicht darüber bewusst sind an einem derartigen Experiment teilzunehmen.

Bei der Komplexität des Gelernten handelt es sich um vergleichbare Aufgaben, so dass von einem lateralen Transfer gesprochen werden kann.

Zudem handelt es sich um eine quantitative Studie, die objektiv in Form von schriftlichen Testungen, Verhalten in Form von Zusammenhängen und zahlenmäßigen Ausprägungen dokumentiert. Die Auswertung erfolgt nach einem festgesetzten Bewertungsniveau und wird in vier Antwortkategorien unterschieden.

8.4 Durchführung der Testungen

Die Durchführung hat einen entscheidenden Part, da die gesamte weitere Auswertung und Interpretation davon abhängt. Es ist wichtig, dass alles standardisiert nach Plan vollzogen wird, um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten. Im Folgenden werden die Gegebenheiten und die Durchführungen der Testungen beschrieben.

8.4.1 Monoalphabetische Substitution

Insgesamt wurden drei Deutschkurse der 9. Stufe untersucht.

	SUS Insgesamt	SUS Pro Kurs	Informatiker / Experimentalgruppe	Nicht- Informatiker/ Kontrollgruppe
Deutschkurs I	90	29	7	22
Deutschkurs II		31	5	26
Deutschkurs III		30	10	20

Tabelle 11 - Übersicht Probanden Mono (Quelle: eigene Herstellung)

Die Übersicht der SUS-Verhältnisse ist in Tabelle 11 zu sehen.

Es wurde darauf geachtet, dass die SUS in einem ihnen alltäglichen Umfeld geprüft wurden. Wichtig war zudem, dass die SUS mich nicht sehen, da sie mit mir als ihre ehemalige Lehrerin den Kontext des Informatikunterrichts sofort verbinden würden. Insofern habe ich den LUL die Tests an einem anderen Tag vorher im Lehrerzimmer gegeben und nach den Testungen wieder ausgefüllt abgeholt.

Die LUL berichteten, dass es sich um einen normalen Unterrichtsablauf handelte. Die SUS fragten zwar gelegentlich nach Hilfestellungen, da viele von ihnen nicht in der Lage waren die Aufgabe zu lösen. Doch die LUL verwiesen darauf, dass es nicht notwendig ist die Aufgabe vollständig richtig zu lösen und dass Ansätze

auch ausreichend sind. Es handelte sich aber um eine traditionelle Testsituation, bei denen die SUS in Stillarbeit und alleine arbeiteten.

Zusammenfassend sind alle Vorgaben berücksichtigt worden, so dass ein repräsentatives Ergebnis entstehen sollte.

8.4.2 Variablenarten

Bei dieser Testung wurden beide Informatikkurse der Stufe 9 untersucht. Insgesamt handelt es sich hierbei um 30 SUS, von denen 16 SUS den Informatikkurs I und 14 SUS den Informatikkurs II besuchen. Bei dem Informatikkurs I handelt es sich um die Experimentalgruppe mit Vorwissen, bei dem Informatikkurs II um die Kontrollgruppe ohne Vorwissen.

Bei der Experimentalgruppe erfolgten die Testungen drei Wochen nach Abschluss der Thematik Variablenarten im Unterricht. In der Zwischenzeit wurde bereits ein anderes Thema behandelt.

Es handelte sich um standardisierte Testsituationen in Still- und Einzelarbeit, die durch die jeweiligen Informatiklehrer ausgeführt wurden. Solche Testsituationen sind den SUS bekannt und ihnen war somit nicht bewusst Teil eines Experiments zu sein.

Die Kontrollgruppe ohne Vorwissen hatte laut Angaben des Lehrers anfangs Schwierigkeiten bei der Bearbeitung der Aufgabe, da ihnen der Sinn nicht bekannt war. Doch der Lehrer verwies auf eine einfache Lösung der Aufgabe. Da der Lehrer auch den Test nutzte, um im Nachhinein selbst das Thema der Daten- und Variablenarten einzuführen, sagte er zudem, dass es eine Vorbereitung auf eine neue Unterrichtsreihe sei. Die SUS zeigten sich damit zufrieden und bearbeiteten den Test gewissenhaft.

Der Durchlauf der Testungen ermöglichte eine sehr gute Ausgangslage, um möglichst korrekte und unverfälschte Ergebnisse zu erzielen.

8.5 Auswertung der Testungen

Für die Auswertung der schriftlichen Testungen werden die Ergebnisse objektiv vorgestellt und im Anschluss mittels der Messung für die Transferforschung berechnet.

8.5.1 Monoalphabetische Substitution

Bei der Auswertung der Testungen für die Monoalphabetische Substitution wurde wie bereits erwähnt zwischen vier Antwortkategorien unterschieden (s. Tabelle 12).

Antwortkategorie	Abkürzung
1. Informatikschüler/in findet einen Lösungsansatz	+I +Lösung nach MS
2. Informatikschüler/in findet keinen Lösungsansatz	+I -Lösung nach MS
3. Schüler/in ohne Vorkenntnisse findet einen Lösungsansatz	-I +Lösung nach MS
4. Schüler/in ohne Vorkenntnisse findet keinen Lösungsansatz	-I -Lösung nach MS

Tabelle 12 - Antwortkategorien Mono (Quelle: eigene Herstellung)

Bei der Zuordnung der Tests in die Antwortkategorien orientierte ich mich an den Beschreibungen der SUS zur Vorgehensweise, aber zusätzlich an den Lösungsansätzen. Sofern ersichtlich war, dass sie nach dem Prinzip der Monoalphabetischen Substitution vorgehen, auch wenn es sich nur um ein richtiges Wort handelte, wurde es als eine „Lösung nach MS“ vermerkt. Falls aber kein

ersichtlicher Lösungsansatz zu finden war, wurde der Test nicht als eine „Lösung nach MS“ gesehen und der anderen Kategorie zugeordnet. Die ausgefüllten Tests sind als PDF-Dateien im Anhang dieser Arbeit zu finden.

Insgesamt 90 SUS haben die schriftlichen Testungen durchgeführt. Unter den 90 SUS waren 22 Informatik-SUS mit Vorwissen vorhanden. Von diesen Informatik-SUS haben 18 die Lösung nach MS vorgenommen, 4 wiederum nicht. Von den 68 SUS der Kontrollgruppe ohne Informatikkenntnisse haben 22 die Aufgabe nach MS gelöst und 46 SUS hatten keinen nachweislichen Lösungsansatz nach der Monoalphabetischen Substitution (s. Abbildung 8).

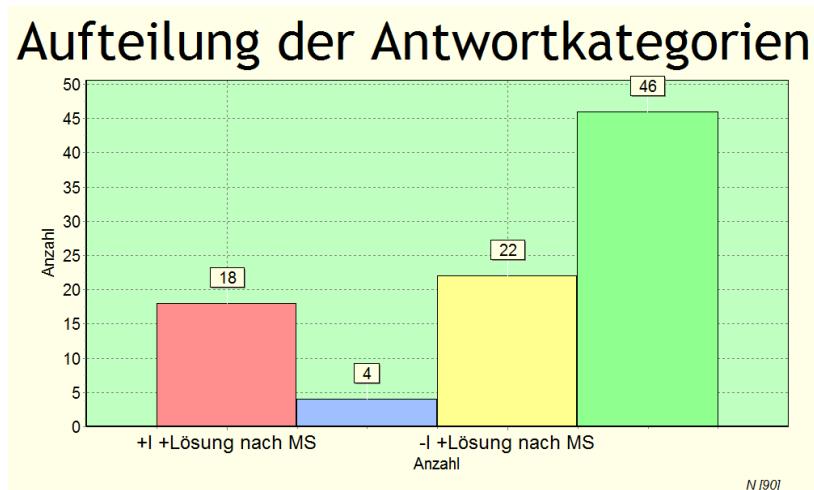


Abbildung 8 - Auswertung Mono (Quelle: eigene Herstellung)

Prozentual gesehen haben von den **Informatikern** **82%** die Aufgabe nach der Monoalphabetischen Substitution gelöst und **18%** nicht.

Bei den **Nicht-Informatikern** haben wiederum **32%** den Test erfolgreich gelöst und **68%** nicht.

Auffällig war, dass in dem erwähnten Deutschkurs III eine hohe Anzahl aller SUS die Aufgabe richtig gelöst hat, wohingegen in den anderen beiden Deutschkursen viele über wenig Zeit klagten, was sie auch auf dem Test vermerkt hatten, und infolgedessen nur wenige einen richtigen Ansatz gefunden haben.

Der **Transfereffekt** lässt sich nun nach der Anleitung auf Seite 7 berechnen.

Wenn man die Zahl 1 für einen annehmbaren Lösungsansatz und die Zahl 0 für keinen ersichtlichen Lösungsansatz festsetzt, dann liegt der Mittelwert der Experimentalgruppe bei 0,82 und der Mittelwert der Kontrollgruppe bei 0,32.

Zunächst benötigt man die Standardabweichung jeweils von der Experimental- und Kontrollgruppe. Diese lässt sich mithilfe der Varianz berechnen:

Varianz Experimentalgruppe:

$$V^2 = \frac{(1 - 0,82)^2 \times 18 + (0 - 0,82)^2 \times 4}{22} \approx 0,15$$

Varianz Kontrollgruppe:

$$V^2 = \frac{(1 - 0,32)^2 \times 22 + (0 - 0,32)^2 \times 46}{68} \approx 0,22$$

Die Standardabweichung der beiden Gruppen lässt sich nun wie folgt berechnen:

Standardabweichung Experimentalgruppe:

$$S_{EG} = \sqrt{V^2} = \sqrt{0,15} \approx 0,39$$

Standardabweichung Kontrollgruppe:

$$S_{KG} = \sqrt{V^2} = \sqrt{0,22} \approx 0,47$$

Nun lässt sich die Standardabweichung beider Versuchsgruppen wie auf Seite 7 beschrieben errechnen.

Standardabweichung beider Versuchsgruppen:

$$S_P = \sqrt{\frac{(22 - 1) \times 0,39^2 + (67 - 1) \times 0,47^2}{22 + 67 - 2}} \approx 0,62$$

Die Effektstärke lässt sich jetzt berechnen:

Effektstärke d:

$$d = \frac{0,82 - 0,32}{0,62} \approx 0,8$$

Laut **COHEN** handelt es sich somit um einen großen Transfereffekt.

8.5.2 Variablenarten

Bei der Auswertung der Variablenarten wurde ebenfalls zwischen vier Antwortkategorien entschieden (s. Tabelle 13).

Antwortkategorie	Abkürzung
1. Informatikschüler/in mit Vorwissen und die Sortierung erfolgte nach Variablenarten	+V +Sortierung nach V
2. Informatikschüler/in mit Vorwissen und die Sortierung erfolgte nicht nach Variablenarten	+V -Sortierung nach V
3. Informatikschüler/in ohne Vorwissen und die Sortierung erfolgte nach Variablenarten	-V +Sortierung nach V
4. Informatikschüler/in mit Vorwissen und die Sortierung erfolgte nach Variablenarten	-V -Sortierung nach V

Tabelle 13 - Antwortkategorien Variablen (Quelle: eigene Herstellung)

Bei der Zuordnung der Antwortkategorien orientiere ich mich an den Erklärungen der SUS auf den Tests und an den vorgenommenen Zuordnungen. Wenn die SUS ohne Vorwissen nach Zahlen, Wörtern, Buchstaben, usw. sortiert haben, habe ich es der Sortierung nach Variablenarten angerechnet, da sie die exakten

Begriffe nicht wissen können. Bei dieser Vorgehensweise handelt es sich um keine strenge Kontrolle, inwieweit die Einteilung der SUS der Kontrollgruppe, wenn sie der der Datentypen ähnelte, den der Variablen typen entspricht. Wenn allerdings eine Zuordnung nach Farben, nach Summen oder Differenzen oder nach gar keiner Zuordnung vorgenommen wurde, habe ich es als „keine Sortierung nach Variablen“ eingestuft. Auch hier sind alle ausgefüllten Tests der SUS im Anhang als pdf-Dokument hinterlegt.

Insgesamt 30 Informatik-SUS nahmen an dem Experiment teil. 16 von ihnen mit Vorwissen als Experimentalgruppe und 14 SUS hatten kein Vorwissen. Von den SUS mit Vorwissen haben ausnahmslos alle die Sortierung nach Variablen vorgenommen. Bei den SUS ohne Vorwissen haben sechs SUS eine Sortierung vorgenommen, die der der Variablen ähnlich ist, und acht SUS haben keine Sortierung nach Variablen vorgenommen (s. Abbildung 9).

Aufteilung der Antwortkategorien

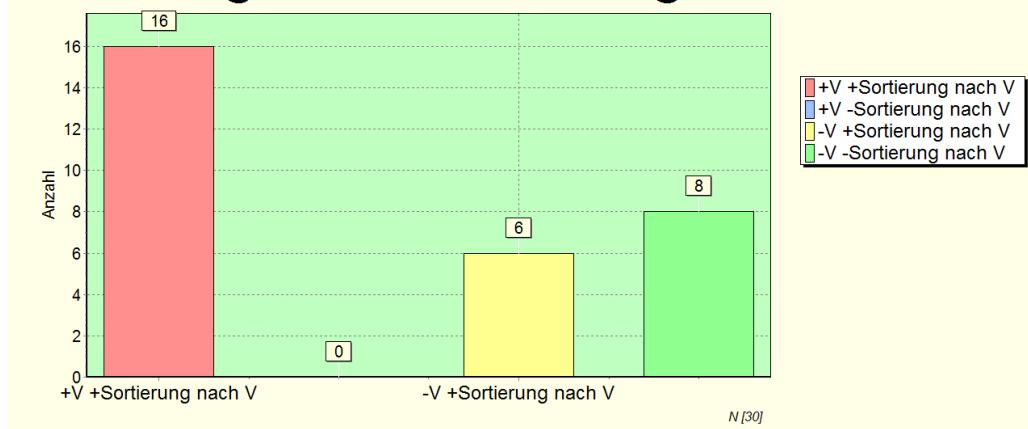


Abbildung 9 - Auswertung Variablen (Quelle: eigene Herstellung)

Prozentual gesehen ist das bei den SUS mit Vorwissen (Experimentalgruppe) eine Quote von **100%**. Bei den SUS ohne Vorwissen (Kontrollgruppe) haben **43%** eine Zuordnung nach Variablen vorgenommen und **57%** nicht.

Der **Transfereffekt** lässt sich nun nach der Anleitung auf Seite 7 berechnen.

Wenn man die Zahl 1 für einen annehmbaren Lösungsansatz und die Zahl 0 für keinen ersichtlichen Lösungsansatz festsetzt, dann liegt der Mittelwert der Experimentalgruppe bei 1 und der Mittelwert der Kontrollgruppe bei 0,43.

Zunächst benötigt man die Standardabweichung jeweils von der Experimental- und Kontrollgruppe. Diese lässt sich mithilfe der Varianz berechnen:

Varianz Experimentalgruppe:

$$V^2 = \frac{(1 - 1)^2 \times 16}{16} = 1$$

Varianz Kontrollgruppe:

$$V^2 = \frac{(1 - 0,43)^2 \times 6 + (0 - 0,43)^2 \times 8}{14} \approx 0,21$$

Die Standardabweichung der beiden Gruppen lässt sich nun wie folgt berechnen:

Standardabweichung Experimentalgruppe:

$$S_{EG} = \sqrt{V^2} = \sqrt{1} = 1$$

Standardabweichung Kontrollgruppe:

$$S_{KG} = \sqrt{V^2} = \sqrt{0,21} \approx 0,46$$

Nun lässt sich die Standardabweichung beider Versuchsgruppen wie auf Seite 7 beschrieben errechnen.

Standardabweichung beider Versuchsgruppen:

$$S_p = \sqrt{\frac{(16 - 1) \times 1^2 + (14 - 1) \times 0,46^2}{16 - 14}} \approx 2,98$$

Die Effektstärke lässt sich jetzt berechnen:

Effektstärke d:

$$d = \frac{1 - 0,46}{2,98} \approx 0,18$$

Laut **COHEN** handelt es sich somit um einen kleinen Transfereffekt.

8.6 Diskussion der Testungen

Nach Abschluss dieser schriftlichen Testungen ist zu sagen, dass beide Auswertungen der Testungen prozentual gesehen der Erwartungsskala dieser Masterarbeit entsprechen. Es sollte der Lerntransfer der SUS dokumentiert werden, der im Hinblick auf die monoalphabetische Substitution und auf die Variablentypen festgestellt wurde und nach den bisherigen schriftlichen Auswertungen ist das eindeutig der Fall.

Hinsichtlich der Ergebnisse der SUS ist auffällig, dass beide Experimentalgruppen den Kontrollgruppen weit voraus waren. In dem Fall der monoalphabetischen Substitution lösten 82% die Aufgabe richtig und bei der Testung der Variablentypen ordneten sogar 100% der SUS aus der Experimentalgruppe die Terme nach einem informatischen Verständnis zu.

Es handelte sich für die SUS zwar in beiden Fällen um analoge Aufgabenkonstrukte zu den zuvor gelernten, doch wurde speziell zum einen untersucht, ob die SUS nach über einem Jahr noch dazu in der Lage sind sich an die Aufgabenart zurück zu erinnern und das auch noch in dem Kontext einer völlig anderen Unterrichtsform. Zum anderen wurde in Form der Variablentestung untersucht inwiefern die SUS fähig sind sich an eine Struktur zu erinnern, obwohl sie ein anderes Themengebiet behandeln, und diese in einer neuen Aufgabenform anzuwenden.

Wie zuvor bei der Erstellung der Tests bereits berücksichtigt wurde, ist das Ergebnis für die monoalphabetische Substitution insofern fragwürdig, da sowohl der Experimental- als auch der Kontrollgruppe die Tabelle mit den Häufigkeiten der Buchstaben zur Verfügung gestellt wurde. Für die Experimentalgruppe handelt es sich damit um eine große Hilfestellung, die es ihr ermöglicht sich schneller

an das davor Gelernte zu erinnern. Alleine durch das Wort „Häufigkeit“ ist es den SUS der Experimentalgruppe wesentlich erleichtert worden den Lerntransfer anzuwenden. Diese Hilfestellung war aber nicht zu umgehen, da es ansonsten keine andere Möglichkeit gab, um der Kontrollgruppe die korrekte Lösung der Aufgabe nach der monoalphabetischen Substitution ebenfalls zu ermöglichen. Unter Berücksichtigung der Auswertung der Tests kann es also dadurch zu einer Verschiebung der Werte gekommen sein, die aber schon vorher bekannt war und aufgrund der mangelnden Alternativen in Kauf genommen wurde.

Die Auswertung der Variablenarten wurde dahingehend beeinflusst, dass bei der Einteilung in die vier Antwortkategorien nicht streng vorgegangen wurde. Speziell im Fall der Kontrollgruppe war eine den Variablenarten ähnliche Zuteilung schon ausreichend, um den Test erfolgreich zu lösen. Gründe dafür waren, dass die wenigsten SUS aus der Kontrollgruppe ohne Vorwissen eine Lösung erstellen können, die der Sortierung nach Variablenarten zu 100% entspricht. Wäre eine 100%ige Zuteilung gefordert gewesen, hätte keiner aus der Kontrollgruppe den Test richtig gelöst. Infolgedessen kann man definitiv von einem anderen Ergebnis bei einer strengerer Korrektur ausgehen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde diese strenge Vorgehensweise aber bewusst nicht vorgenommen, da die Studie ansonsten keinen Wert gehabt hätte. Den SUS der Kontrollgruppe muss nämlich eine Möglichkeit der korrekten Lösung geboten werden.

Zwar ist der Transfereffekt im Falle der Variablenarten nach der Formel von **COHEN** nicht besonders stark ausgeprägt, doch in dem Fall ist fragwürdig inwiefern die Formel bei einer 100%-Bestätigung der Ergebnisse durch die Experimentalgruppe überhaupt ein repräsentatives Ergebnis bietet.

Da es sich hierbei aber lediglich um Testungen in schriftlicher Form handelt, die noch nicht die Gedankenschritte der SUS auf dem Weg zur Lösung widerspiegeln, werden zur Absicherung des Ergebnisses noch einige Interviews mit Repräsentanten der SUS mit Vorwissen geführt, die die Aufgabe richtig lösten. Sofern unabhängig von den Fragen der Kontext des zuvor Gelernten erwähnt wird, kann der Erfolg durch den Lerntransfer endgültig bestätigt werden.

9 Interviews

Im Kontext der Untersuchung des Lerntransfers werden sowohl schriftliche als auch mündliche Testungen vorgenommen. Zur Bestätigung der Werte der schriftlichen Testungen werden stichprobenartig SUS der jeweiligen Experimentalgruppe mit nachweislichem Erfolg dahingehend untersucht, ob tatsächlich auf zuvor gelerntes Wissen zurückgegriffen wurde.

9.1 Vorbereitung der Interviews

Die quantitativen Interviews dienen zur Überprüfung der davor entstandenen Ergebnisse der schriftlichen Testungen. In dem Zusammenhang ist es sinnvoll von den vier Antwortkategorien die SUS der Experimentalgruppen zu untersuchen. Wichtig ist hierbei die SUS zu interviewen, die laut den Testergebnissen Erfolg bei der Bearbeitung hatten, da diese die Anwendung des Lerntransfers bestätigen können. Die anderen Gruppen haben laut den Auswertungen der Testungen den Lerntransfer nicht angewendet oder nicht anwenden können.

9.1.1 Auswahl und Beschreibung der Probanden

9.1.1.1 Monoalphabetische Substitution

Bei den Probanden für die monoalphabetische Substitution handelt es sich um sechs SUS, die alle jeweils zu der Experimentalgruppe gehörten, sprich Informatikunterricht und dementsprechend Vorwissen haben, und einen richtigen Lösungsansatz hatten (s. Tabelle 14). Diese SUS wurden aus den 22 möglichen SUS stichprobenartig gewählt.

Name	Weiblich/Männlich	Vorwissen	Testergebnis
J.	M	Ja	Erfolgreich

Bruno	M	Ja	Erfolgreich
L.	M	Ja	Erfolgreich
N.	W	Ja	Erfolgreich
T.	M	Ja	Erfolgreich
S.	M	Ja	Erfolgreich

Tabelle 14 - Probanden Mono Interviews (Quelle: eigene Herstellung)

9.1.1.2 VariablenTypen

Für die Interviews für die VariablenTypen wurden stichprobenartig ebenfalls sechs SUS von den möglichen 16 gewählt (s. Tabelle 15).

Name	Weiblich/Männlich	Vorwissen	Testergebnis
Z.	M	Ja	Erfolgreich
F.	M	Ja	Erfolgreich
M.	M	Ja	Erfolgreich
I.	W	Ja	Erfolgreich
B.	M	Ja	Erfolgreich
D.	M	Ja	Erfolgreich

Tabelle 15 - Probanden Variablen Interviews (Quelle: eigene Herstellung)

9.1.2 Verlauf und Interviewfragen

Für den Verlauf der Interviews ist es jeweils notwendig, dass konkrete Fragen gestellt werden. Es wird sich so ereignen, dass die SUS nach und nach aufgerufen und unter Einsicht ihres Tests die Fragen beantworten werden. Unter Berücksichtigung des Ziels der Überprüfung, ob der Lerntransfer erfolgte oder nicht, darf innerhalb des Interviews nicht eindeutig darauf hingewiesen werden, dass diese Thematik schon einmal von der Schülerin oder dem Schüler behandelt wurde.

Die SUS sollen prinzipiell nur beschreiben wie detailliert sie unter Anwendung welcher Methodik vorgegangen sind. Falls das Vorwissen von den SUS berücksichtigt wird, handelt es sich um die Bestätigung. Falls auf etwas anderes eingegangen wird, handelt es sich um eine Falschzuordnung und hätte die Korrektur der schriftlichen Testergebnisse zur Folge.

Im Rahmen der quantitativen Studie sind möglichst präzise Fragen erwünscht. In Folge dessen werden klare Fragen gestellt, deren Antworten möglichen Kategorien zugeordnet werden. Doch beantwortet dieses Interview, wie auch die Testungen davor, eine einzige Frage: Wurde das Prinzip angewendet und ist der Lerntransfer damit gegeben oder nicht? Der Leitfaden für jeweils beide Interviews sieht folgendermaßen aus.

Zunächst wird gefragt, was die Schülerin oder der Schüler sich bei der Aufgabe gedacht hat als sie/er sie durchgelesen hat. Es handelt sich hier um eine offene Frage, bei denen die SUS ohne in die Richtung gelenkt zu werden bereits Erfahrungen schildern können. Im weiteren Verlauf wird das Vorgehen hinterfragt. Hier können die SUS nochmals beweisen, dass sie das Prinzip richtig verstanden und angewendet haben und beispielsweise keine Ergebnisse des Sitznachbarn übernommen haben. Sollte bis dahin noch keine Antwort der SUS in die Richtung des korrekt angewendeten Lerntransfers gekommen sein, wird gefragt, ob die Aufgabe an etwas erinnert hat. Falls die SUS nun also das Prinzip angewendet haben, werden sie es mitteilen, ansonsten kann der Lerntransfer ausgeschlossen werden. Zum Schluss wird noch gefragt, wie die SUS die Aufgabe und somit das Experiment gefunden haben, um einen Eindruck zu bekommen.

Da die Interviews jeweils eine Frage beantworten, steht dem Interviewer frei, ob er ggf. einhakt, um die richtige Antwort konkret heraus zu arbeiten. Der konkrete Leitfaden der Interviews ist im Anhang hinterlegt.

Die Dauer der Interviews wird zwei bis fünf Minuten betragen.

Die Auswertung erfolgt nach dem Prinzip der Unterscheidung in zwei Kategorien: Die Testergebnisse werden bestätigt oder nicht.

9.2 Durchführung und Zusammenfassung der Interviews

Bei der Durchführung der Interviews ist bei allen 12 Interviews der beiden Thematiken die Zeitspanne zwischen zwei und fünf Minuten erfüllt worden. Die SUS waren sehr auskunftsfreudig und haben alle adäquat auf die Fragen geantwortet.

Die Interviews erfolgten im Rahmen des Deutschunterrichts. Die SUS arbeiteten im Unterricht mit dem Lehrer, während ich sie nacheinander aufrufen und einzeln außerhalb des Klassenraums interviewen konnte. Die Interviews sind im Anhang digital hinterlegt.

9.2.1 Monoalphabetische Substitution

Die sechs SUS bekamen jeweils ihren ausgefüllten Test und beantworteten in Abhängigkeit davon die Fragen.

Bei drei von den sechs Probanden wurde bereits nach der ersten Frage deutlich, dass sie mit ihrem Vorwissen aus dem Informatikunterricht vorgegangen sind und dementsprechend den Lerntransfer angewendet haben, wie im Folgenden zu sehen ist:

J. [0:26-0:30]: Zuerst habe ich diesen Text gelesen und wusste nicht worum es geht, aber da man das da unten übersetzen sollte, habe ich mich an den Informatikunterricht erinnert.

N. [0:24-0:53]: Da war ja eine verschlüsselte Botschaft, wo man sich überlegen sollte, wie man die entschlüsselt und wir hatten Kryptologie ja schon mal im Unterricht [...] und dann habe ich mir überlegt, dass man nach der Häufigkeit der Buchstaben gucken muss.

S. [0:40-0:52]: Mir ist natürlich sofort aufgefallen, dass wir das schon in Informatik hatten und deswegen wusste ich sofort so ungefähr wie ich vorgehen sollte.

Mit diesen Aussagen war die zentrale Frage bereits beantwortet ohne die SUS durch weitere Fragen zu beeinflussen.

Bei den anderen drei SUS bedurfte es einer Frage mehr, die implizierte, ob sie auf Hilfsmittel zurückgegriffen haben. Im Folgenden ist zu sehen, dass auch hier alle unabhängig voneinander auf das davor gelernte Wissen im Informatikunterricht verwiesen haben.

B. [0:52-1:16]: Ich hatte ja mal im Informatikunterricht mit so einem Caesar-Rad gearbeitet, aber damit hatte das ja nicht wirklich was zu tun. [...] Dann habe ich aber überlegt wie oft der Buchstabe vorkommt und es damit gelöst.

T. [0:35-0:49]: Wir haben ja letztes Jahr in Informatik auch schon mal Kryptologie gemacht und dann kannte ich ja schon ein paar Methoden. Dann habe ich überlegt, welche ich anwenden könnte und in dem Fall war es halt das mit der Häufigkeit der Buchstaben.

L. [0:49-0:53]: Ich hab das schon öfter gemacht und in Informatik haben wir das auch gemacht.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass alle sechs SUS der Stichprobe die Testergebnisse der schriftlichen Testungen bestätigt hatten.

9.2.2 Variablenarten

Die sechs SUS haben auch hier nach Erhalt ihres ausgefüllten Tests die Fragen beantwortet.

Da die Interviews im Deutschunterricht erfolgten und die SUS die zugehörigen Tests im Informatikunterricht behandelt hatten, waren sie erst einmal verdutzt. Aber es stellte sich schnell heraus, dass alle SUS sich direkt an das Verfahren zurück erinnert hatten. Es war für sie so selbstverständlich das Prinzip der Variablenarten anzuwenden, dass sie gar nicht im Detail darauf eingingen. Sie gingen bei den Fragen zum Vorgehen eher darauf ein, wie gut oder schlecht sie die Aufgabe gelöst haben, basierend auf der Thematik der Variablenarten.

Bei allen musste man ein wenig nachfragen, wie im weiteren Verlauf zu sehen ist.

D. [0:21-0:34]: Ich habe die einzelnen Datentypen halt in verschiedene Schubladen zugeordnet und habe sie dann halt verbunden.

Auf die Frage, ob David anfangs Schwierigkeiten bei der Zuordnung hatte, da der Kontext der Thematik einige Zeit zurück lag und die Aufgabe auch nicht direkt dazu hinführt, antwortete er:

D. [0:56-0:58]: Eigentlich ging's relativ schnell.

F. ging ebenfalls auf die Aufgabenstellung ein.

F. [0:17-0:26]: Ich war verwirrt und ich wusste nicht, was wir wirklich machen sollten.

Erst nach erneutem Nachfragen, ob die Thematik ohne Probleme erkannt wurde, antwortete er:

F. [0:56-1:08]: Ja, eigentlich schon. Es gab ein paar von den Kästchen, wo ich nicht wusste, wozu sie gehören, aber von der Thematik her war das schon klar.

Ebenso musste man bei I., M. und Z. nachfragen:

I. [1:06-1:15]: Ja, also, ich weiß gar nicht mehr wie das Thema heißt, aber ja.

M. [0:58-1:02]: Ne, es war eher Datentypen. Das war klar.

Z. [0:42-0:46]: Ja, das war schon klar, dass wir das nach Datentypen ordnen mussten.

Der einzige, der auf Anhieb darauf verwies, dass er sich an das bereits gelernte zurück erinnert hat und es anwendete, war B.:

B. [0:31-0:48]: Ich habe mir nochmal durchgenommen, also im Kopf, was wir im Unterricht vorher besprochen haben [...] und dann habe ich das zugeordnet.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass alle SUS das Testergebnis bestätigt haben und sehr selbstverständlich nach dem Prinzip der VariablenTypen vorgegangen sind. Die SUS erwähnten zwar gelegentlich, dass sie Probleme mit dem Verständnis der Aufgabe hatten, aber nicht mit der Art und Weise der Zuordnung.

9.3 Diskussion der Interviews

Die Interviews dienten zur Untersuchung der Korrektheit der schriftlichen Testergebnisse in Bezug auf einen erfolgreichen Lerntransfer.

Die schriftlichen Testergebnisse versprachen einen Lerntransfer von 82% bei den monoalphabetischen Testungen und einen von 100% bei den Variablenotypen. Diese Statistik konnte nach Überprüfung durch die Interviews bestätigt werden.

Alle SUS haben mündlich bestätigt, ausnahmslos und eigenständig die angewendeten Prinzipien erkannt und nach dem bereits gelernten Muster erneut in Form dieser Testungen angewendet zu haben.

Da die SUS alle im Kontext des Deutschunterrichts interviewt wurden, kann man in beiden Fällen ausschließen, dass eine direkte Hinführung zu dem Informatikunterricht stattgefunden hat. Die SUS, speziell die der Testung der monoalphabetischen Substitution, erwähnten den Kontext des Informatikunterrichts eigenständig und ohne Aufforderung. Hier kann eindeutig von einem erfolgreichen Lerntransfer gesprochen werden, da dieser nach einem Jahr und gar nicht im Kontext des Informatikunterrichts getestet wurde. Trotzdem erinnerten sich die SUS an das Verfahren zurück und wendeten es an.

Da die SUS der Testung der Variablenotypen nur im Kontext des Informatikunterrichts mit der Thematik konfrontiert wurden, ist hier kritisch zu erwähnen, dass die Erinnerung an das davor Gelernte keinen großen Schwierigkeitsgrad darstellte. Das bestätigten sowohl der Erfolg in Form von 100% der richtigen Lösungen als auch das Vorgehen der SUS bei den Interviews. Für sie war die Verbindung zum Informatikunterricht und damit zu dem davor Gelernten nahezu trivial, so dass eine Erwähnung für sie gar nicht von Nöten war. Sie gingen detaillierter auf die Art und Weise der Aufgabenbewältigung ein und erwarteten eine Einstufung in eine gute oder schlechte Lösung, so wie sie es von dem Schulsystem gewohnt sind. Natürlich findet hier ein Lerntransfer statt, aber so wie die Effektivität nach **COHEN** bestätigt, kein besonders großer.

Hinsichtlich der Aufgaben machten die SUS aber einen positiven Eindruck. Alle bestätigten auf Nachfragen, dass sie fächerübergreifenden Unterricht als sinnvoll betrachten, da sich das Gelernte dadurch zunehmend verfestigt. Die SUS erwähnten, dass sie bei der Aufgabe der monoalphabetischen Substitution anfangs Schwierigkeiten hatten sich die Vorgehensweise wieder in Erinnerung zu rufen. Trotzdem fanden sie nach kurzer Zeit den richtigen Ansatz, um die Aufgabe zu lösen.

Abschließend ist zu sagen, dass nach Durchführung dieser Studie in beiden Untersuchungen ein klarer Lerneffekt und damit auch Transfer von Seiten der SUS vollzogen wurde, womit die Relevanz des Lerntransfers in der Didaktik bestätigt wird.

10 Fazit

Die Thematik des Lerntransfers im Kontext des Informatikunterrichts in der Sekundarstufe I habe ich in dieser Arbeit zunächst theoretisch behandelt und im Nachhinein praktisch geprüft und bestätigt.

Der Lerntransfer, ob nun gewollt oder nicht, ist ein andauernder Vorgang im Leben einer jeden Schülerin oder eines jeden Schülers und auch im weiteren Leben als Erwachsener. Der Transfer ist somit ein wiederkehrender Aspekt, der im Großen und im Kleinen nachgewiesen werden kann. Auf dem Prinzip, dass späteres Wissen auf das zuvor Gelernte aufbaut, basiert somit das gesamte Leben.

Im Fall dieser Studie handelt es sich ausschließlich um eine Transferprüfung im Rahmen des Schulkontexts, doch testete sie in welchem Maße SUS in der Umgebung der Schule fähig sind unter zeitlicher und räumlicher Distanz auf das zuvor Gelernte präzise zurück zu greifen. Trotz dieser Schwierigkeiten gelang es einem insgesamt großen Prozentanteil der SUS sich zu erinnern und eine korrekte Lösung vorzunehmen. Dieses Ergebnis bestätigten sowohl die schriftlichen Testungen als auch die zur Überprüfung gehaltenen Interviews.

In Anbetracht der anfangs gestellten Forschungsfrage ist folglich festzustellen, dass sich der Transfer in diesem Kontext durchaus nachweisen lässt und in einem jeweils hohen Maße vorhanden ist.

Die Konsequenz für den Schulunterricht ist, dass öfter fächerübergreifend oder zeitverzögernd bei dem Aufbau von Wissen vorgegangen werden kann, da die SUS das zuvor Gelernte dadurch festigen und ebenfalls trainieren, sich an scheinbar längst Vergessenes zurück zu erinnern.

Es handelt sich daher aus meiner Sicht um eine erfolgreiche und aufschlussreiche Studie im Hinblick auf den Lerntransfer, in der die Relevanz der Thematik bestätigt wird und diese darüber hinaus aufklärt, dass auch weiterführende Aufgaben für SUS entwickelt werden können.

11 Plagiatsklärung

Hiermit versichere ich, dass ich meine Masterarbeit

**< Studie zum Lerntransfer im Informatikunterricht der Sekundarstufe I zu den
Inhalten Variablenarten und monoalphabetische Substitution >**

selbstständig verfasst habe, dass keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt worden sind und dass die Stellen der Arbeit, die anderen Werken – auch elektronischen Medien – dem Wortlaut oder Sinn nach entnommenen wurden, in jeden Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht worden sind.

Münster, den

(Unterschrift)

12 Literaturverzeichnis

1. Bau00

BAUER, Friedrich: *Entzifferte Geheimnisse. Methoden und Maximen der Kryptographie*. Berlin (Springer Verlag) 2000.

2. Bil08

GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK (GI) e.V.: *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I*. 2008
http://www.gi.de/fileadmin/redaktion/empfehlungen/Bildungsstandards_2008.pdf

3. Bli13

BLINDE KUH: *Kryptologie-Seiten*. <http://www.blinde-kuh.de/geheim/index.htm> [Stand: 02.12.2013]

4. Die07

DIEKMANN, Andreas: *Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen*. Hamburg (Rowohlt-Taschenbuch-Verl.) 2007.

5. Kla13

KLARL, Annabelle: *Grunddatentypen, Ausdrücke und Variablen. Typkonversion, Überprüfen und Auswerten von Ausdrücken*. Ludwig-Maximilians-Universität München (Einführung in die Informatik. Programmierung und Softwareentwicklung.) WS 12/13
http://www.pst_ifi.lmu.de/Lehre/wise-12-13/infoein/zentraluebung/zentraluebung03.pdf

6. Klau11

KLAUER, Karl Josef: *Transfer des Lernens. Warum wir oft mehr lernen als gelehrt wird*. Stuttgart (Kohlhammer Verlag) 2011.

7. Kunz03

KUNZE, Dorothea: *Lerntransfer im Kontext einer personenzentriert-systemischen Erwachsenenbildung. Wie Wissen zum (nicht) veränderten Handeln führt*. Köln (GwG-Verlag) 2003.

8. NRW93

NORDRHEIN-WESTFALEN: *Richtlinien und Lehrpläne für das Gymnasium, Sekundarstufe I, Informatik*. Frechen (Ritterbach Verlag) 1993.

9. Pom08

POMMERERNING, Klaus: *Monoalphabetische Substitution*. Uni Mainz 2008
http://www.staff.uni-mainz.de/pommeren/Kryptologie07/Klassisch/1_Monoalph/MonoSubst.html

10. Sta14

STANGL, Werner: *Lerntransfer*. <http://www.stangl-taller.at/ARBEITSBLAETTER/LERNEN/Lerntransfer.shtml> [Stand 05.01.2014]

11. SwiKar13

SWISSEDUC.CH: *Programmieren lernen mit Kara. Kapitel 3: Variablen*.
<http://www.swisseduc.ch/informatik/karatojava/greenfootkara/docs/handout-07-kapitel-3-variablen.pdf> [Stand: 11.12.2013]

12. Win00

WINTER, Stefanie: *Quantitative vs. Qualitative Methoden*. Karlsruhe 2000.
http://imihome.imi.uni-karlsruhe.de/nquantitative_vs_qualitative_methoden_b.html

13. Wri00

WRIXON, Fred B.: *Codes, Chiffren & andere Geheimsprachen: Von den ägyptischen Hieroglyphen bis zur Computerkryptologie*. Köln (Könemann Verlag) 2000.

13 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Proaktionsplan (Quelle: Klau11, S. 19).....	7
Abbildung 2 - Retroaktionsplan (Quelle: Klau11, S. 19)	7
Abbildung 3 - Aufgabe Variablenarten (Quelle: eigene Herstellung)	34
Abbildung 4 - Aufgabe Variablenarten (Quelle: eigene Herstellung)	35
Abbildung 5 - Auflösung Variablen (Quelle: eigene Herstellung).....	36
Abbildung 6 - Aufgabe Häufigkeitsanalyse (Quelle: eigene Herstellung).....	38
Abbildung 7 - Aufgabe Häufigkeitsanalyse (Quelle: eigene Herstellung).....	39
Abbildung 8 - Auswertung Mono (Quelle: eigene Herstellung)	46
Abbildung 9 - Auswertung Variablen (Quelle: eigene Herstellung)	49

14 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Ganze Zahlen (Quelle: Kla13).....	13
Tabelle 2 - Gleitpunktzahlen (Quelle: Kla13).....	13
Tabelle 3 - Zeichen (Quelle: Kla13).....	13
Tabelle 4 - Zeichenketten (Quelle: Kla13)	13
Tabelle 5 - Boolean (Quelle: Kla13)	14
Tabelle 6 - Vergleichsoperatoren (Quelle: Kla13)	14
Tabelle 7 - Arithmetische Operatoren (Quelle: Kla13).....	14
Tabelle 8 - Häufigkeit Buchstaben (Quelle: Bli13)	18
Tabelle 9 - Probanden Monoalphabetische Substitution (Quelle: eigene Herstellung)	31
Tabelle 10 - Probanden Variablenarten (Quelle: eigene Herstellung)	32
Tabelle 11 - Übersicht Probanden Mono (Quelle: eigene Herstellung)	43
Tabelle 12 - Antwortkategorien Mono (Quelle: eigene Herstellung).....	45
Tabelle 13 - Antwortkategorien Variablen (Quelle: eigene Herstellung).....	48
Tabelle 14 - Probanden Mono Interviews (Quelle: eigene Herstellung).....	54
Tabelle 15 - Probanden Variablen Interviews (Quelle: eigene Herstellung)	54

15 Formelverzeichnis

Formel 1 - Effektstärke (Quelle: Klau11)	8
Formel 2 - Standardabweichung (Quelle: Klau11)	9

16 Anhang

16.1 Übungsaufgaben im Unterricht

16.1.1 Datentypen

Im Folgenden einige von mir erstellte Aufgaben, die die SUS vorher mit dem Informatiklehrer im Unterricht bearbeitet haben, damit das Differenzieren der Datentypen erlernt wird.

Aufgabe 1 (Anfänger)

Ordne folgende Datentypen richtig zu:

- true
- "R"
- 4
- 5.6

Auflösung 1

- true -boolean
- "R" -Char
- 4 -Int
- 5.6 -Double

Aufgabe 2

Ordne folgende Datentypen zu:

- ""
- 3 > 5
- 4.6 – 3.2
- +

Auflösung 2

- "" -String
- 3 > 5 -Boolean
- 4.6 – 3.2 -Double

- + -Arithmetischer Operator

Aufgabe 3 (Weiterführend)

Ordne folgende Datentypen zu:

- $2 * 5 + 10.0$
- $3.9 < 4.6 - 3.2$
- "400 – 200"
- $10 / 2.5$

Auflösung 3

- $2 * 5 + 10.0$ - Double
- $3.9 < 4.6 - 3.2$ - Boolean
- "400 – 200" - String
- $10 / 2.5$ - Double

16.1.2 Monoalphabetische Substitution

Im Unterricht besteht die Möglichkeit, dass die SUS selbst in die Lage versetzt werden, sich gegenseitig Aufgaben zu stellen, die sie eigenständig auf dem Papier durch Anwenden der Häufigkeitsanalyse lösen können.

Zudem haben die SUS mithilfe des Tools für den PC namens „Cryptool“, welches als Free-ware im Internet zum Download bereit steht⁵², gegenseitig Nachrichten ver- und entschlüsseln lassen.

Zusätzlich kann man Aufgaben in Form von Rätseln oder Krimis stellen, die eine geheime Botschaft enthalten, die zu entschlüsseln sind. Bekannte Krimis aus dem englischsprachigen Raum sind beispielsweise „Die tanzenden Männchen“ von Arthur Conan Doyle im Zusammenhang mit „Sherlock Holmes“ geschrieben oder auch „Der Goldkäfer“ von Edgar Allan Poe. An diesen Vorlagen habe ich mich auch für die Erstellung der Aufgabe für die Testung orientiert.

⁵² www.cryptool.org/de/

Unter anderem habe ich folgende Aufgaben innerhalb des Kurses entworfen und durchgeführt.

Aufgabe 1 (Anfänger)

Entschlüssle den folgenden Geheimtext. Tipp: Das x entspricht dem deutschen s.

Rbuu Abxxbu nu Bxxbu Bxxbu bxxbu, bxxbu Abxxbu Bxxbu nu Bxxbu.

Auflösung 1

Schlüssel:

Klartext:	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
Geheimtext:	V	F	D	K	B	I	L	A	N	G	P	Y	W	U	S	E	M	C	X	O	Q	T	R	Z	J	H

Text: Wenn Hessen in Essen Essen essen, essen Hessen Essen in Essen.

Aufgabe 2

Entschlüssle den folgenden Geheimcode. Tipp: Das Wort „Verschlüsselung“ wurde bei der Verschlüsselung des Codes mit eingebaut.

Gy, fcv rveyvuui pcw pcvtv Ywi pvv Rvsvcnzditosyei?

Auflösung 2

Schlüssel:

Klartext:	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
Geheimtext:	Y	Z	O	P	V	E	R	S	C	H	L	U	N	G	D	A	Q	W	T	I	K	J	F	B	X	M

Text: Na, wie gefaellt dir diese Art der Geheimbotschaft?

Aufgabe 3 (Weiterführend)

Knacke den folgenden Code.

Peter und Tom schreiben sich immer im Unterricht verschlüsselte Nachrichten, damit kein anderer mitlesen kann. Philipp schafft es einmal einen Zettel abzufangen. Auf dem Zettel steht:

Jix rgcobixvc, shbb scm Jonwmphvjy-Govcmmjixv ojc cosco rgcmsc, scoo cm jbv cjonhix
bgucm! Ucvcm

Auflösung 3

Schlüssel:

Klartext:	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
Geheimtext:	H	F	I	S	C	N	L	X	J	A	Y	K	P	O	W	U	D	M	B	V	G	Q	R	E	Z	

Text: Ich wuenschte, dass der Informatik-Unterricht nie enden wuerde, denn er ist einfach super! Peter

16.2 Interviewleitfaden

1. Was hast du gedacht als du dir die Aufgabe durchgelesen hast?
2. Wie bist du vorgegangen?
3. Hat dich die Aufgabe an etwas erinnert?
4. Wie fandest du die Aufgabe?

Interviewleitfaden

1. Was hast du gedacht als du dir die Aufgabe durchgelesen hast?
 2. Wie bist du vorgegangen?
 3. Hat dich die Aufgabe an etwas erinnert?
 4. Wie fandest du die Aufgabe?