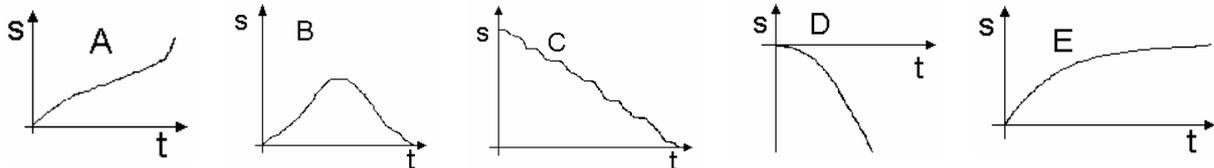


## Pre-Test zu Bewegungen

6W

Zweiter Buchstabe deines Wohnortes	
Dritter Buchstabe deines Vornamens	
Erster Buchstabe des Vornamens deiner Mutter	
Vierter Buchstabe deines Nachnamens	

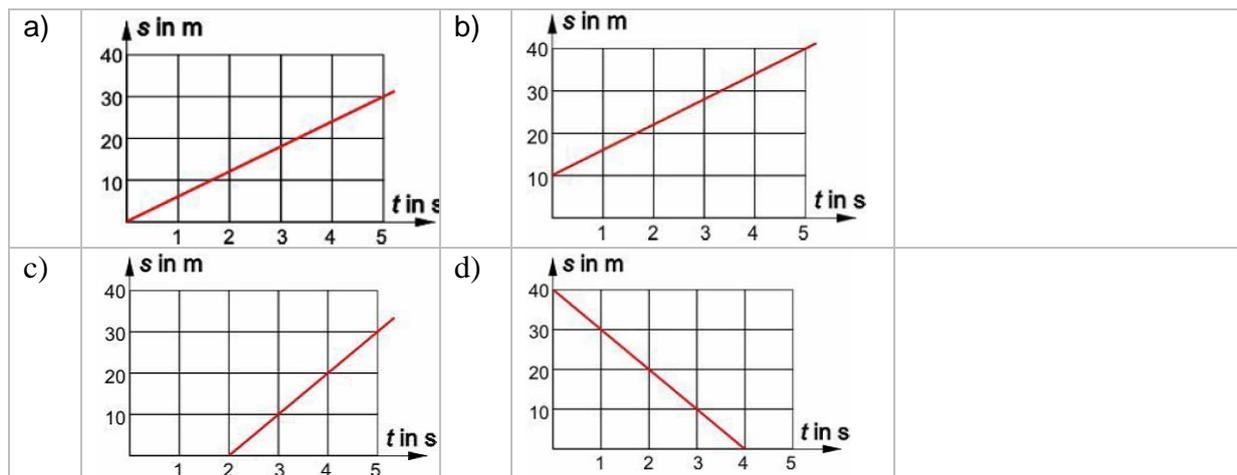
1.) Ordne folgende Weg-Zeit-Diagramme (A bis E) den verschiedenen Texten (a bis e) zu und begründe deine Entscheidung. (Schreibe den entsprechenden Kleinbuchstaben zum passenden Diagramm! Schreibe die Begründungen auf die Rückseite des Blattes!)



- Ein Auto fährt am Samstag Vormittag durch die Wiener Innenstadt.
- Paola macht einen 1000-Meterlauf. Dabei ist sie am Anfang schneller als in der Mitte, legt zum Schluss aber noch einen grandiosen Sprint hin.
- Ein ICE bremst nach der Betätigung der Notbremse.
- Eine Wasserbombe fällt aus der dritten Etage des Schulgebäudes.
- Frau Mayer geht zum Bäcker und zurück.

**Bonusaufgabe:** Die **momentane Geschwindigkeit** ist der Wert, den der Tacho anzeigt. Markiere in allen Weg-Zeit-Diagrammen (siehe oben) die Zeitpunkte mit der höchsten Momentangeschwindigkeit. (Kreise die Stelle auf dem jeweiligen Graphen ein!)

2.) Gib die jeweilige Funktion  $s(t)$  an und stelle die Bewegungen auch in einem Zeit-Geschwindigkeitsdiagramm dar (jeweils für a) und b) bzw. für c) und d) in einer Zeichnung; verwende verschiedene Farben). Welcher Weg wird jeweils in der angegebenen Zeit zurückgelegt? Welche Geschwindigkeit hat der Körper im jeweiligen Zeitintervall?



Der zurückgelegte Weg beträgt:

- 
- 
- 
- 

Die Geschwindigkeit beträgt:

- 
- 
- 
-

3.) *Zeichne je ein Weg-Zeit-Diagramm* für folgende Situationen:

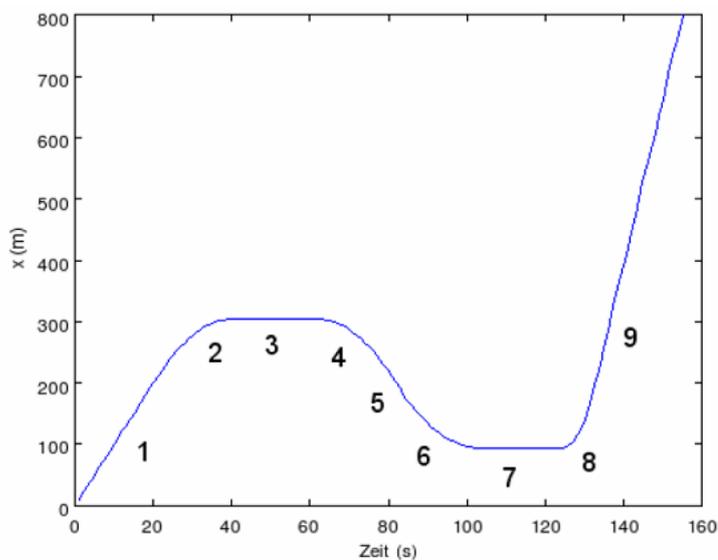
- a) Ein Zug fährt an, hält für einige Zeit eine feste Geschwindigkeit bei und bremst dann abrupt ab.
- b) Ein Fallschirmspringer springt aus einem Flugzeug und öffnet nach der Hälfte seiner Flugstrecke seinen Fallschirm.

a)

b)

4.) Die Abbildung zeigt das Zeit-Weg-Diagramm eines Körpers.

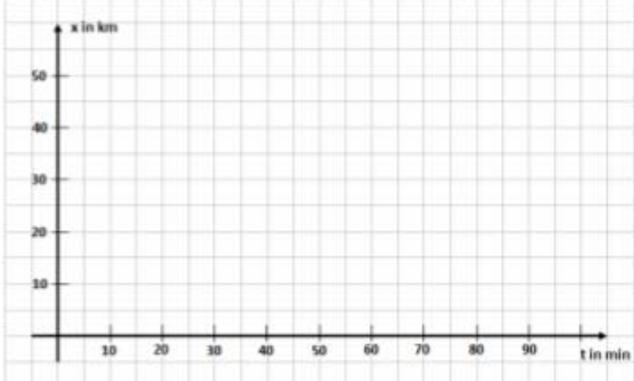
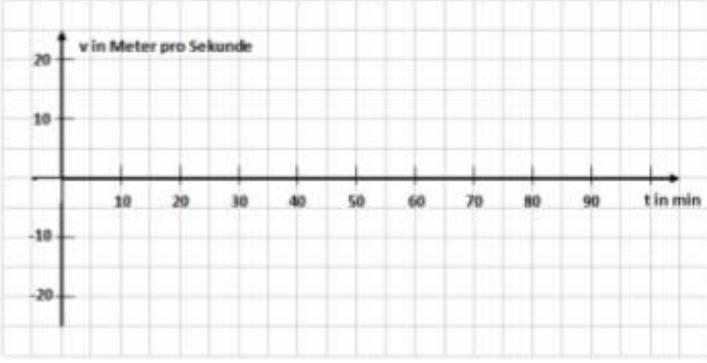
Welche Aussagen ( A bis E ) sind richtig? (Kreise die richtige Antwort / die richtigen Antworten ein!)



- A. nur 1 ist richtig
- B. nur 1 und 2 sind richtig
- C. nur 1,2 und 5 sind richtig
- D. nur 1, 4 und 5 sind richtig
- E. alle Antworten sind richtig

- 1. In den Abschnitten 2,4,6,8 wird der Körper beschleunigt.
- 2. In den Bereichen 1 und 9 nimmt die Geschwindigkeit zu.
- 3. In Abschnitt 2 ist die Geschwindigkeit negativ.
- 4. In Abschnitt 2 ist die Beschleunigung negativ.
- 5. Die insgesamt gefahrene Wegstrecke beträgt 800m.

5.) Ein Motorradfahrer fährt mit konstanter Geschwindigkeit in 35 Minuten 50 km. Danach macht er 10 Minuten Rast und fährt dann in 40 Minuten zu seinem Startpunkt zurück.

<p>a) Zeichne den Weg des Motorradfahrers in das Diagramm rechts ein!</p> <p>Welche drei „Bewegungsabschnitte“ kann man erkennen?</p> <p>Zeichne diese ein!</p>			
<p>b) Berechne die Geschwindigkeiten der einzelnen Bewegungsabschnitte!</p>	$v_1 = \frac{\Delta s}{\Delta t} =$	$v_2 =$	$v_3 =$
<p><b>c) Bonusaufgabe</b></p> <p>Trage nun den Weg des Motorradfahrers in das Diagramm rechts ein.</p> <p>Um welche Art von Diagramm handelt es sich?</p> <p>Warum treten negative Geschwindigkeitswerte auf?</p>			
<p>Es handelt sich um ein ..... – Diagramm.          Negative Werte für die Geschwindigkeit treten auf, da .....          .....</p>			

6.) Im Folgenden siehst du einige Weg-Zeit-Diagramme. (Überlege sinnvolle Einheiten auf den beiden Achsen!)

Denke dir zu jedem Diagramm eine passende Bewegungsgeschichte aus und schreibe diese auf (Verwende dazu die Rückseite dieses Blattes).



# Verstehen von Graphen – Kinematik

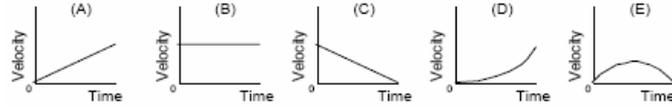
6W

Zweiter Buchstabe deines Wohnortes	
Dritter Buchstabe deines Vornamens	
Erster Buchstabe des Vornamens deiner Mutter	
Vierter Buchstabe deines Nachnamens	

männlich       weiblich

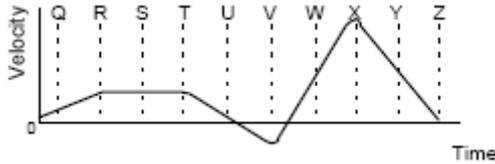
1) Die Abbildung zeigt Zeit-Geschwindigkeitsdiagramme für fünf Objekte.

Alle Achsen haben dieselbe Skalierung. Welches Objekt hat im dargestellten Zeitintervall den größten Weg zurückgelegt?



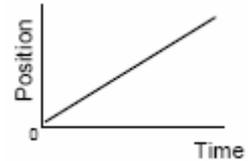
2) Wann ist die Beschleunigung am stärksten negativ?

- (A) R zu T      (B) T zu V      (C) V  
(D) X      (E) X zu Z



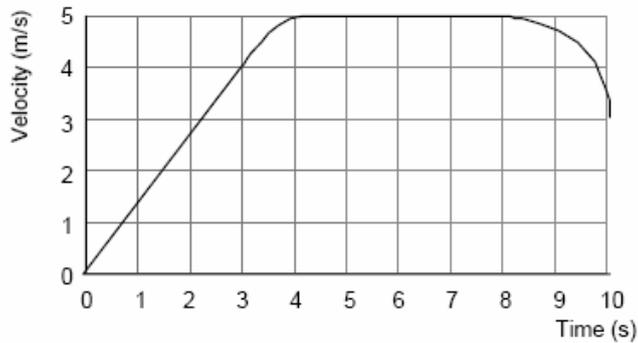
3) Welcher Satz ist für das gezeigte Bewegungsdiagramm die beste Interpretation?

- (A) Der Körper bewegt sich mit einer konstanten Beschleunigung ( $a \neq 0$ )  
 (B) Der Körper bewegt sich nicht.  
 (C) Der Körper bewegt sich mit einer gleichmäßig wachsenden Geschwindigkeit.  
 (D) Der Körper bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit.  
 (E) Der Körper bewegt sich mit einer gleichmäßig größer werdenden Beschleunigung.



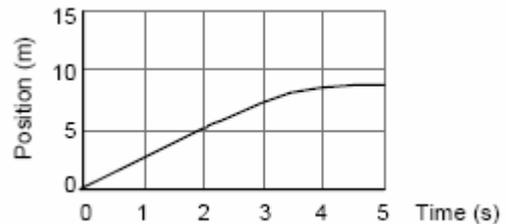
4) Ein Aufzug fährt vom Erdgeschoß in den zehnten Stock. Die Masse des Aufzugs beträgt 1000kg und er bewegt sich, wie das im Diagramm rechts angezeigt ist. Wie weit bewegt er sich während der ersten drei Sekunden?

- (A) 0.75 m  
 (B) 1.33 m  
 (C) 4.0 m  
 (D) 6.0 m  
 (E) 12.0 m



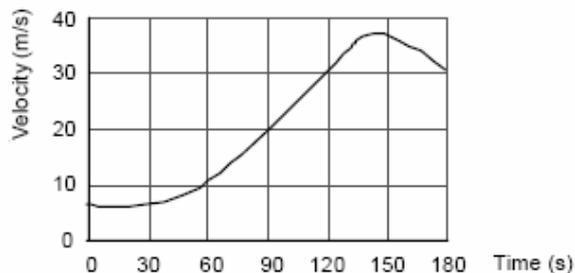
5) Die Geschwindigkeit zum Zeitpunkt  $t = 2s$  ist:

- (A) 0.4 m/s  
 (B) 2.0 m/s  
 (C) 2.5 m/s  
 (D) 5.0 m/s  
 (E) 10.0 m/s



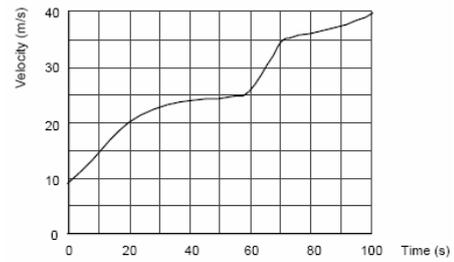
6) Der Graph zeigt für ein Auto mit der Masse  $m = 1500kg$  die Geschwindigkeit als Funktion der Zeit. Wie groß war die Beschleunigung zum Zeitpunkt  $t = 90s$ ?

- (A)  $0.22 \text{ m/s}^2$       (B)  $0.33 \text{ m/s}^2$   
 (C)  $1.0 \text{ m/s}^2$       (D)  $9.8 \text{ m/s}^2$   
 (E)  $20 \text{ m/s}^2$



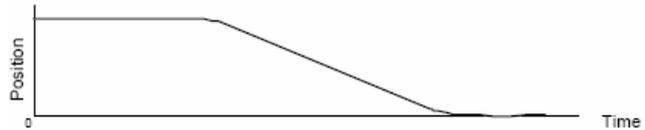
7) Der Graph stellt eine geradlinige Bewegung eines Körpers dar. Zum Zeitpunkt  $t = 65\text{s}$  ist die Größe der momentanen Beschleunigung ungefähr:

- (A)  $1\text{ m/s}^2$
- (B)  $2\text{ m/s}^2$
- (C)  $+9.8\text{ m/s}^2$
- (D)  $+30\text{ m/s}^2$
- (E)  $+34\text{ m/s}^2$

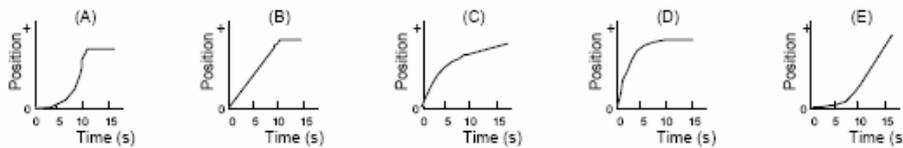


8) Welcher Satz stellt die richtige Erklärung dar?

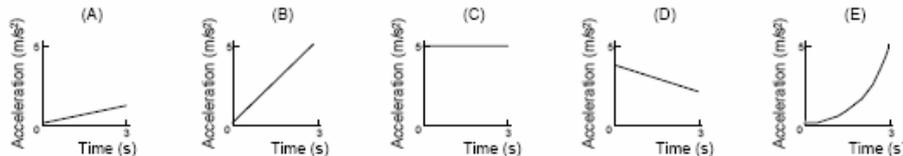
- (A) Ein Objekt bewegt sich auf einer Ebene, rollt dann vorwärts einen Hügel hinunter und bleibt schließlich stehen.
- (B) Das Objekt bewegt sich zuerst nicht. Dann rollt es vorwärts einen Hügel hinunter und bleibt schließlich stehen.
- (C) Das Objekt bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit. Dann wird es langsamer und bleibt schließlich stehen.
- (D) Das Objekt bewegt sich zuerst nicht. Dann bewegt es sich rückwärts und bleibt schließlich stehen.
- (E) Dann Objekt bewegt sich auf einer Ebene, bewegt sich dann rückwärts einen Hügel hinunter und bewegt sich dann weiter.



9) Ein Objekt bewegt sich aus dem Stillstand mit einer konstanten Beschleunigung ( $a > 0$ ) für zehn Sekunden. Dann bewegt es sich mit konstanter Geschwindigkeit weiter. Welcher der Graphen beschreibt diese Situation richtig?

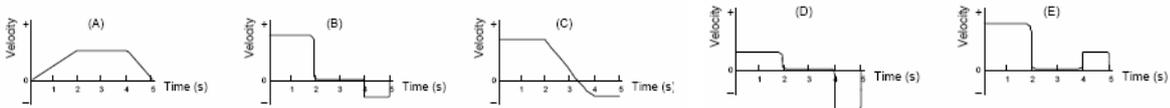
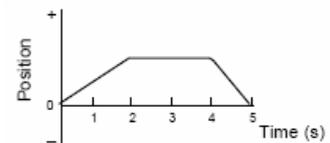


10) Fünf Körper bewegen sich mit den in den Graphen angezeigten Beschleunigungen. Welcher Körper hat die kleinste Geschwindigkeitsänderung innerhalb der ersten drei Sekunden?



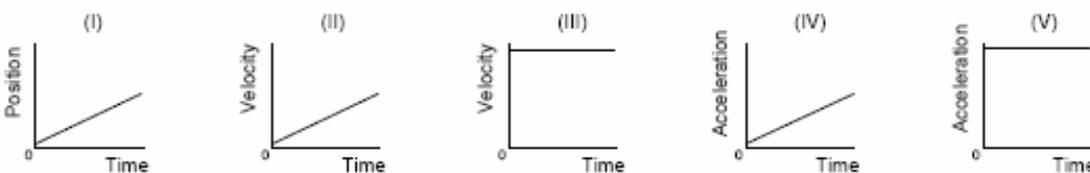
11) In der Abbildung rechts wird ein Zeit-Weg-Diagramm gezeigt.

Welches der unten angezeigten Zeit-Geschwindigkeits-Diagramme stellt am besten die Bewegung des Körpers im angegebenen Zeitintervall dar?

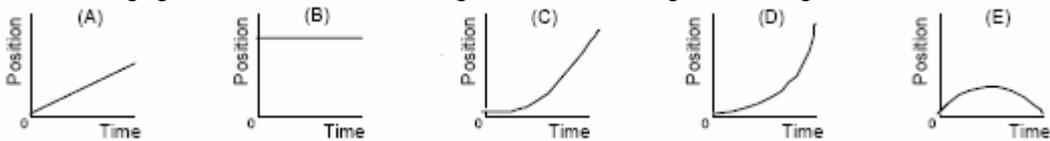


12) Beachte die verschiedenen Achsenbezeichnungen der dargestellten Diagramme. Welches beschreibt am besten eine gleichförmige Bewegung?

- (A) I, II und IV
- (B) I und III
- (C) II und V
- (D) nur IV
- (E) nur V

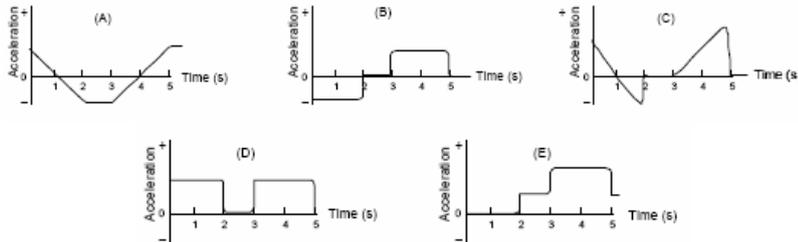
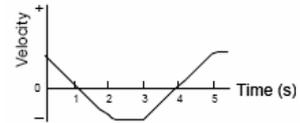


13) Es sind fünf Zeit-Weg-Diagramme dargestellt. Alle Achsen haben dieselbe Skalierung. Welcher Körper hat im angegebenen Zeitintervall die größte Momentangeschwindigkeit?



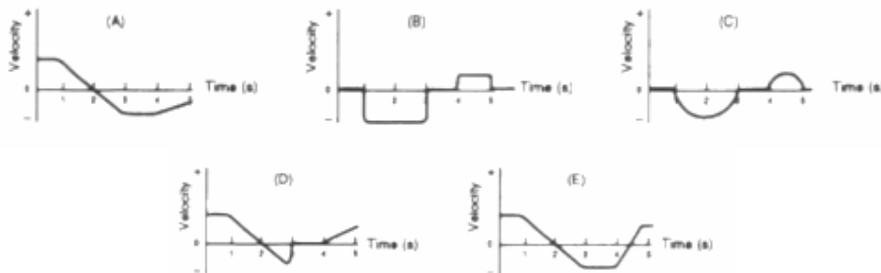
14) In der Abbildung rechts ist ein Zeit-Geschwindigkeits-Diagramm gezeigt.

Welches der unten angezeigten Zeit-Beschleunigungs-Diagramme stellt am besten die Bewegung des Körpers im angegebenen Zeitintervall dar?



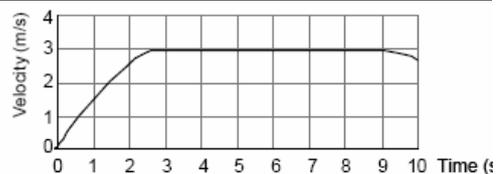
15) In der Abbildung rechts ist ein Zeit-Beschleunigungs-Diagramm gezeigt.

Welches der unten angezeigten Zeit-Geschwindigkeits-Diagramme stellt am besten die Bewegung des Körpers im angegebenen Zeitintervall dar?



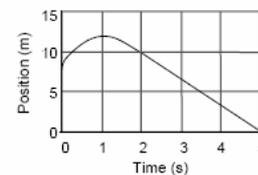
16) Ein Körper bewegt sich nach dem dargestellten Diagramm. Die Geschwindigkeitsänderung des Körpers in den ersten drei Sekunden war:

- (A) 0.66 m/s (B) 1.0 m/s (C) 3.0 m/s (D) 4.5 m/s (E) 9.8 m/s

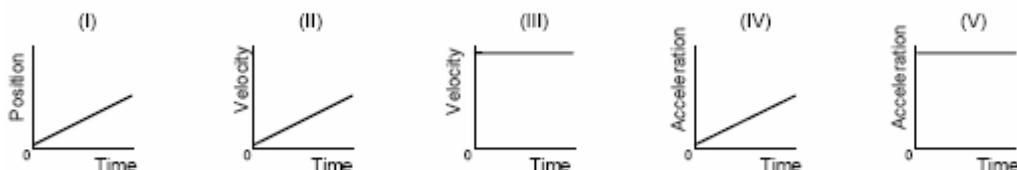


17) Die Geschwindigkeit des Körpers (siehe Abb. rechts) zum Zeitpunkt  $t = 3\text{s}$  ist:

- (A) -3,3 m/s (B) -2,0 m/s (C) -0,67 m/s  
(D) 5,0 m/s (E) 7,0 m/s



18) Betrachte die folgenden Diagramme und beachten die unterschiedlichen Achsen.

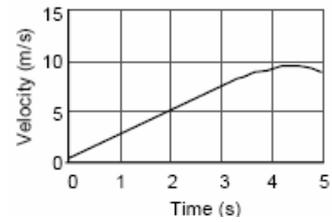


Welches Diagramm repräsentiert eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung?

- (A) I, II und IV (B) I und III (C) II und V (D) nur IV (E) nur V

19) Wenn die Entfernung, die ein Körper (siehe Abb. rechts) im Zeitintervall [0s; 2s] zurücklegt, gesucht ist, würde man:

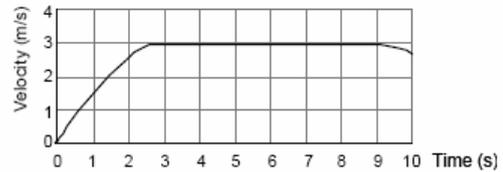
- (A) 5 auf der vertikalen Achse direkt ablesen
- (B) Den Flächeninhalt, den der betreffende Streckenteil mit der Zeitachse einschließt, in folgender Weise berechnen:  $(5 \text{ mal } 2) / 2$
- (C) Die Steigung der Gerade berechnen mit  $5/2$ .
- (D) Die Steigung der Gerade berechnen mit  $15/5$ .
- (E) Es fehlen Informationen.



20) Der Graph beschreibt die Bewegung eines Körpers.

Welchen Weg legt der Körper im Zeitintervall [4s; 8s] zurück?

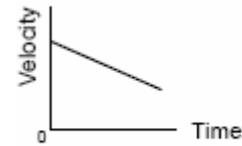
- (A) 0.75 m (B) 3.0 m (C) 4.0 m (D) 8.0 m (E) 12.0 m



21) Das Diagramm rechts beschreibt die Bewegung eines Körpers.

Welcher Satz beschreibt am besten die Bewegung des Körpers?

- (A) Der Körper bewegt sich mit konstanter Beschleunigung.
- (B) Der Körper bewegt sich gleichmäßig verzögert.
- (C) Der Körper bewegt sich gleichmäßig beschleunigt.
- (D) Der Körper bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit.
- (E) Der Körper bewegt sich nicht. Er ist in Ruhe.



1. Pretest  
a) Lehrerfragebogen

Aufgabe	6W			6G		
	mehrmals	einmal	nie	mehrmals	einmal	nie
1: Zuordnen	O	X	O	X	O	O
1: Begründen	X	O	O	O	X	O
1: Bonus	O	O	X	O	O	X
2: s(t) angeben	O	O	X	O	X	O
2: v(t) darstellen	O	X	O	O	X	O
2:Weg ablesen	O	X	O	O	X	O
2: Geschwindigkeit ablesen	O	X	O	O	X	O
3: s(t) zeichnen (ungleichf. B.)	O	X	O	O	X	O
4: Texte und Grafen zuordnen	O	X	O	O	X	O
5a: s(t) zeichnen (gleichf. B.)	X	O	O	O	X	O
5b: v berechnen	X	O	O	O	O	X
5c: Bonus	O	X	O	O	O	X
6: Bewegungsgeschichte	O	X	O	O	X	O

**Tabelle 1: Lehrerfragebogen**

(Aufgaben, die in der Klasse 6W häufiger bearbeitet wurden, sind gelb markiert. Aufgaben, die in der Klasse 6W weniger oft behandelt wurden sind blau markiert). Die Unterschiede zwischen den beiden Klassen erscheinen aufgrund dieser Daten nicht relevant.

b) Voraussetzungen

Die Projektklasse 6W ist eine „WIKU“ - Klasse mit wirtschaftskundlichem und sozialpraktischem Schwerpunkt, die Vergleichsklasse 6G ist eine Gymnasiums-klasse mit sprachlichem Schwerpunkt. Die Lehrpläne in den naturwissenschaftlichen Fächern sind ident.

Das Leistungsniveau der beiden Klassen ist vergleichbar, allerdings zeigen Gymnasiums-klassen aufgrund ihrer Schwerpunktsetzung meist ein geringeres Interesse in den naturwissen-schaftlichen Fächern.

Die beiden Klassen werden in Physik von unterschiedlichen Lehrpersonen unterrichtet, deren Methodik und Anforderungsniveau als vergleichbar eingestuft werden kann.

In beiden Klassen wurde die Thematik Weg-Geschwindigkeit-Beschleunigung am Beginn des Unterrichtsjahres und somit deutlich vor den Testungen behandelt. Der Stoff wurde später nicht mehr wiederholt.

c) Ergebnisse

Leider wurden nicht alle Beispiele von allen Schülern bearbeitet, nur bei 18 von 47 Fragebögen (entspricht 38,3%) wurden die Aufgaben 1, 2, 4 und 5b vollständig bearbeitet. Unter diesem Mangel leidet die Aussagekraft der Ergebnisse. Die Aufgaben 3 und 6 wurden aufgrund mehrheitlich fehlender Daten überhaupt nicht in die SPSS-Analyse aufgenommen. Die Ergebnisse dieser Aufgaben werden händisch aufbereitet und können unter Umständen die Interpretation der Analysen ergänzen.

	V_ges	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	9,00	3	6,4	16,7	16,7
	10,00	3	6,4	16,7	33,3
	11,00	5	10,6	27,8	61,1
	12,00	2	4,3	11,1	72,2
	13,00	4	8,5	22,2	94,4
	14,00	1	2,1	5,6	100,0
	Gesamt	18	38,3	100,0	
Fehlend	System	29	61,7		
Gesamt		47	100,0		

Tab. 2: Häufigkeitstabelle für die erreichten Gesamtpunkte beim Pretest

Die Punkte V\_ges setzen sich zusammen aus Aufgabe 1 (max. 5 Punkte – Begründungen und Bonuspunkte werden am Ende “händisch” analysiert), Aufgabe 2 (max. 8 Punkte), Aufgabe 4 (1 Punkt), Aufgabe 5 (max 3 Punkte, 5a und 5c werden wieder “händisch” analysiert). Bezogen auf die Kompetenzen werden die Aufgabe 1 und 4 gemeinsam als V\_graf ausgewertet (vgl. Tab. 3). Insgesamt waren 17 Punkte zu erreichen.

Tabelle 2 zeigt, dass die Schüler/innen, die alle Aufgaben bearbeitet haben, von 9 bis 14 Punkte erreicht haben, d.h. alle haben mehr als 50% der Aufgaben, die in die Auswertung einbezogen wurden, richtig gelöst.

In Tab. 3 bis Tab. 5 sind die Lösungshäufigkeiten der Komponenten V\_graf, V\_2 und V\_5 dargestellt.

	V_1 und V_4	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	0	3	6,4	6,4	6,4
	1	1	2,1	2,1	8,5
	2	16	34,0	34,0	42,6
	3	22	46,8	46,8	89,4
	4	2	4,3	4,3	93,6
	5	3	6,4	6,4	100,0
	Gesamt	47	100,0	100,0	

Tab. 3: Verteilung der Punkte für die Beispiele 1 und 4 (max. 6 Punkte)

	V_2	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	1,00	1	2,1	3,6	3,6
	2,00	1	2,1	3,6	7,1
	3,00	1	2,1	3,6	10,7
	4,00	1	2,1	3,6	14,3
	5,00	4	8,5	14,3	28,6
	6,00	10	21,3	35,7	64,3
	7,00	9	19,1	32,1	96,4
	8,00	1	2,1	3,6	100,0
	Gesamt		28	59,6	100,0
Fehlend	System	19	40,4		
Gesamt		47	100,0		

Tab. 4: Verteilung der Punkte für Beispiel 2 (max. 8 Punkte)

	V_5	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	1,00	3	6,4	15,0	15,0
	2,00	2	4,3	10,0	25,0
	3,00	15	31,9	75,0	100,0
	Gesamt	20	42,6	100,0	
Fehlend	System	27	57,4		
Gesamt		47	100,0		

Tab. 5: Verteilung der Punkte bei Beispiel 5b (max. 3 Punkte)

Tabelle 6 zeigt, wie sich die erreichten Punkte bei Beispiel 2 auf die beiden Klassen und innerhalb der Klassen auf Burschen und Mädchen verteilen. Man erkennt, dass nur insgesamt 8 Schüler/innen (1 Schüler und 7 Schülerinnen) aus der Klasse 6G in die Auswertung einbezogen werden konnten. In der Klasse 6W haben 20 von 23 Schülern/innen das Beispiel vollständig bearbeitet; alle 8 Burschen und 12 Mädchen. Daher lassen sich die Ergebnisse nicht direkt vergleichen; es gibt aber keine gravierenden Unterschiede, wenn man davon ausgeht, dass die fehlenden Schüler/innen aus der 6G zufällig verteilt sind.

Punkte	1	2	3	4	5	6	7	8	Gesamt
6G Burschen					0	1	0	0	1
6G Mädchen					1	3	2	1	7
6G Gesamt					1	4	2	1	8
6W Burschen	1	0	1	1	1	2	2		8
6W Mädchen	0	1	0	0	2	4	5		12
6W Gesamt	1	1	1	1	3	6	7		20

Tab. 6: Beispiel 2 aus dem Vortest

Bei Beispiel 5b aus dem Vortest (vgl. Tab. 7) haben wieder nur weniger als ein Drittel der Schüler/innen aus der Klasse 6G geantwortet und etwas mehr als die Hälfte der Schüler/innen aus der Klasse 6W. Die vorhandenen Unterschiede können daher kaum interpretiert werden.

Punkte		1	2	3	Gesamt
6G	M	1	0	0	1
	W	2	2	2	6
	Gesamt	3	2	2	7
6W	M			5	5
	W			8	8
	Gesamt			13	13

Tab. 7: Beispiel 5b aus dem Vortest

#### d) Haupttest

Es wurde der TUG-K (Test of Understanding Graphs in Kinematics) von Robert J. Beichner<sup>1</sup> verwendet. Die 21 Aufgaben des Tests beinhalten Multiple Choice Fragen mit jeweils 5 Antwortmöglichkeiten A bis E. Tabelle 8 zeigt eine Übersicht über die Kompetenzen, die mit Hilfe des Tests untersucht werden. Tabelle 9 zeigt eine Übersicht der richtigen Antworten zu den 21 Testfragen, sowie ihre Zuordnung zu den Kompetenzen 1 bis 7, die in Tab. 8 beschrieben sind.

Kompetenz	Beschreibung	Items aus Fragebogen
0	s aus s-t-Diagramm ermitteln	V2 , V4
1	v aus s-t-Diagramm ermitteln	5, 13, 17
2	a aus v-t-Diagramm ermitteln	2, 6, 7
3	s aus v-t-Diagramm ermitteln	1, 4, 19, 20
4	Änderung der Geschwindigkeit aus Diagrammen ermitteln	10, 16
5	Graphen einander zuordnen	11, 14,15
6	Einem Graphen eine passende Beschreibung zuordnen	3, 8, 21
7	Einer Beschreibung einen passenden Graphen zuordnen	9, 12, 18
8	Zu einer Beschreibung ein s-t-Diagramm zeichnen	V3
9	Zu einem s-t-Diagramm einen Text schreiben	V6

Tab. 8: Übersicht über den Zusammenhang Kompetenzen und Items aus dem Haupttest und Vortest

Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
richtig	B	E	D	D	C	B	A	D	E	A	D	B	D	B	A	C	A	C	B	E	B
Kompetenz	3	2	6	3	1	2	2	6	7	4	5	7	1	5	5	4	1	7	3	3	6

Tab. 9: Richtige Antwort für die 21 Testitems und korrespondierende Kompetenz

Aufgabe	Beschreibung	Kompetenzen
1	Zuordnung von s-t-Diagrammen und Beschreibungen	4, 6, 7
2	Weg und Geschwindigkeit aus s-t-Diagramm ermitteln	0,1
3	Zu einer Beschreibung ein s-t-Diagramm zeichnen	8
4	Zu einem s-t-Diagramm Beschreibungen zuordnen	0, 4
5	Zu einer Beschreibung ein s-t- und ein v-t-Diagramm zeichnen	0, 7
6	Zu einem s-t-Diagramm einen Text schreiben	9

Tab. 10: Übersicht über den Zusammenhang Kompetenzen und Aufgaben aus dem Vortest

<sup>1</sup> Beichner, R.J. (1994). Testing students interpretation of kinematics graphs. American Journal of Physics. 62 (8), August 1994.

Auf Basis dieser Zuordnungstabelle wurden die Items des Fragebogens zu Kompetenzen Ko\_1 bis Ko\_7 zusammengefasst. Mit Hilfe der vorliegenden Daten aus den beiden Klassen wurde auf Basis der Verteilung der Punkte auf die sieben Kompetenzen eine Clusteranalyse gerechnet. Es konnten 3 Cluster unterschieden werden, die sich deutlich voneinander unterscheiden, wo aber innerhalb des Clusters eine große Ähnlichkeit und Vergleichbarkeit besteht. Tab. 11 zeigt die Mittelwerte für die Erreichung der einzelnen Kompetenzen in den einzelnen Clustern. Aus der Tabelle kann auch die Clustergröße entnommen werden: Die meisten Schüler/innen liegen im Cluster drei (19 von 47); Cluster 1 umfasst 13 Schüler/innen und Cluster 2 umfasst 15 Schüler/innen.

	Ko1	Ko2	Ko3	Ko4	Ko5	Ko6	Ko7
Cluster 1	,4103	,3846	,3846	,1154	,0769	,5897	,5385
N	13	13	13	13	13	13	13
Cluster 2	,5556	,3333	,5000	,5000	,4889	,7111	,5333
N	15	15	15	15	15	15	15
Cluster 3	,2807	,2632	,1184	,3947	,1579	,2807	,0702
N	19	19	19	19	19	19	19

Tab. 11: Mittelwerte des Erreichungsgrades der Kompetenzen abhängig vom Cluster

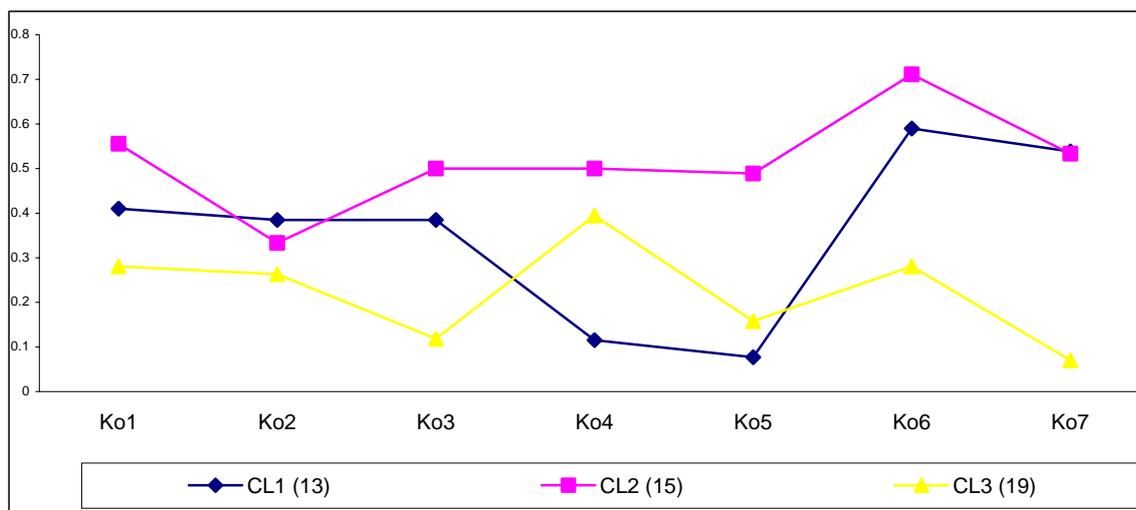


Abb.1: Erreichungsgrad der Kompetenzen abhängig von der Clusterzuteilung

Die Daten aus Tab. 11 sind in Abb.1 grafisch aufbereitet. Deutlich ist zu erkennen, dass die Schüler/innen aus Cluster 3 bei allen Kompetenzen eher niedrige Werte aufweisen. Schüler/innen dieser Gruppe lösen im Mittel weniger als 30% der Aufgaben zu Kompetenz 1 und sogar nur ca. 12% der Aufgaben, die Kompetenz 3 zugeordnet werden können. Schüler/innen aus dem Cluster 1 lösen schon ca. 41% der Aufgaben zu Kompetenz 1 und erreichen mit 59% den höchsten Wert bei Kompetenz sechs. Schüler/innen aus Gruppe 2 erreichen relativ hohe Werte ( $\geq 50\%$ ) bei fünf der sieben Kompetenzen. Auffallend ist, dass bei der Kompetenz 2 die Werte aller drei Gruppen relativ nahe beisammen liegen, während bei den anderen Kompetenzen doch größere Unterschiede sichtbar sind.

Im nächsten Schritt werden die Einzellösungen (Mittelwerte) der Schüler/innen zu den 21 Items (K1 bis K21) des TUG-K in Abhängigkeit der aus den Daten gefundenen Gruppeneinteilung analysiert. Die Ergebnisse sind in Tab. 12 und Abb. 2 dargestellt. Der Wert 0,57 bei Cluster 1/K1 bedeutet, dass ca. 57% der Schüler/innen in Cluster 1 die Aufgabe K1 richtig lösen.

Im Cluster 3 lösen nur ca. 24% der Schüler/innen die Aufgabe k1 richtig. Aus Tab.12 und Abb. 2 kann man weitere interessante Details erkennen.

Cluster	K1	K3	K4	K2	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K17	K18	K19	K20	K21	K16
1	,57	,50	,00	,79	,71	,21	,14	,93	,50	,21	,36	,64	,43	,71	,07	,21	,36	,07	,64	,7143	,7857
2	,83	,67	,33	,67	,75	,33	,00	,17	,08	,08	,25	,75	,67	,25	,17	,25	,67	,58	,75	1,0	,1667
3	,24	,14	,00	,67	,29	,10	,00	,00	,05	,10	,14	,24	,57	,19	,14	,00	,19	,19	,10	,7619	,6667
Gesamt	,49	,38	,09	,70	,53	,19	,04	,32	,19	,13	,23	,49	,55	,36	,13	,13	,36	,26	,43	,8085	,5745

Tab. 12: Mittelwerte der richtigen Lösungen für die 21 Aufgaben des TUG-K bezogen auf die drei Cluster.

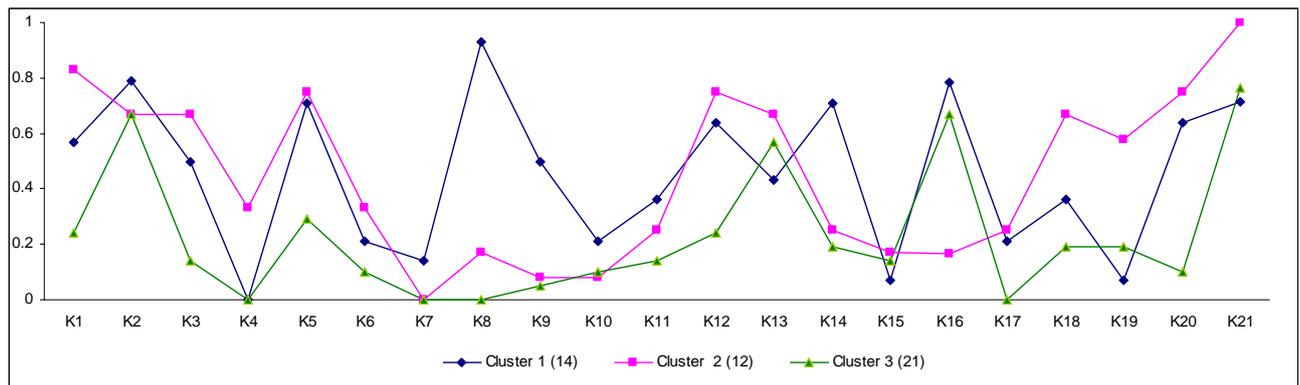


Abb. 2: Mittelwerte der richtigen Lösungen für die 21 Aufgaben des TUG-K bezogen auf die drei Cluster.

So lösen z.B. Schüler/innen der Gruppe 3 einzelne Aufgaben wie K13, K15, K16, K19 und K21 mit einer höheren Wahrscheinlichkeit als Schüler/innen der anderen beiden Gruppen. Insgesamt liegen die Mittelwerte der Gruppe 3 aber generell deutlich unter denen der beiden anderen Gruppen. Es ist daher interessant, zu analysieren, ob die Zugehörigkeit zu einer Klasse eine weitere Differenzierung ergibt und ob sich Unterschiede zwischen Burschen und Mädchen zeigen.

Tab. 13 und Abb. 3 zeigen die Differenzierung nach Klassen. Deutliche Unterschiede zeigen sich bei den Kompetenzen 1 und 5, wo die Mittelwerte der 6W deutlich höher als jene der 6G sind. Bei den beiden Kompetenzen 2 und 4 sind die Werte der 6G etwas höher als jene der 6W.

Klasse	Ko_1	Ko_2	Ko_3	Ko_4	Ko_5	Ko_7	Ko_6
6G MW	,3056	,3333	,3021	,3542	,1667	,3333	,4722
6W MW	,5072	,2899	,3261	,3478	,3188	,3623	,5362

Tab. 13: Mittelwerte der richtigen Lösungen für die 21 Aufgaben des TUG-K bezogen auf die beiden Klassen

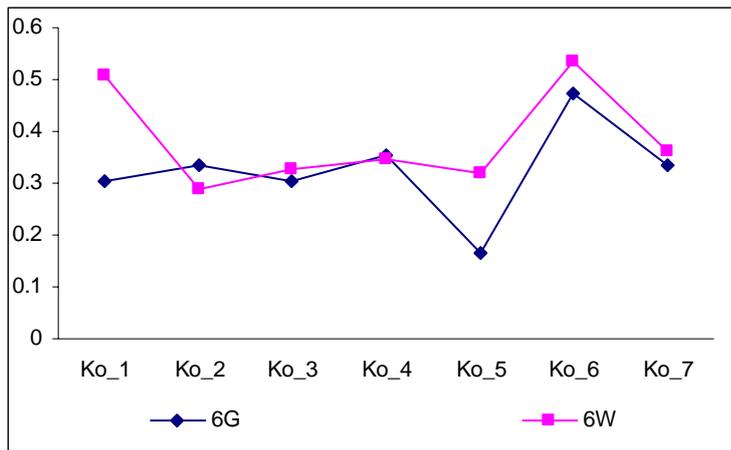


Abb. 3: Mittelwerte der richtigen Lösungen für die 21 Aufgaben des TUG-K bezogen auf die beiden Klassen

Tab. 14 und Abb. 4 stellen den Sachverhalt der mittleren Erreichung der Kompetenzen in Abhängigkeit vom Geschlecht dar. Bei den Kompetenzen 1 und 3 liegen die Mittelwerte der Burschen deutlich über jenen der Mädchen; bei K3 ist der Wert doppelt so hoch. Den Mädchen fällt es offensichtlich etwas leichter als den Burschen zu einer vorgegebenen Beschreibung einen Graf zuzuordnen. Bei der Zuordnung zweier Grafen bzw. bei der Zuordnung einer Beschreibung zu einem vorgegebenen Grafen sind die Mittelwerte der Burschen wieder deutlich höher als jene der Mädchen (vgl. Abb. 4, Ko\_5 und Ko\_6).

Geschlecht		Ko_1	Ko_2	Ko_3	Ko_4	Ko_5	Ko_7	Ko_6
M	Mittelwert	,5455	,3636	,5000	,3636	,3030	,3333	,5758
	N	11	11	11	11	11	11	11
W	Mittelwert	,3611	,2963	,2569	,3472	,2222	,3519	,4815
	N	36	36	36	36	36	36	36

Tab. 14: Mittelwerte der richtigen Lösungen für die 21 Aufgaben des TUG-K bezogen auf das Geschlecht

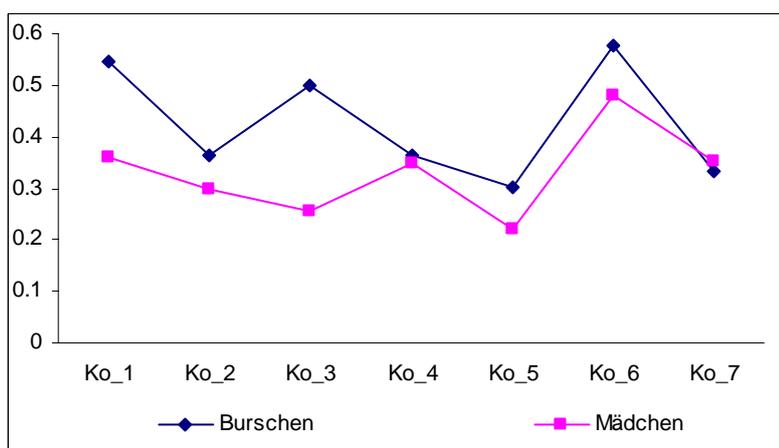


Abb. 4: Mittelwerte der richtigen Lösungen für die 21 Aufgaben des TUG-K bezogen auf das Geschlecht

Tab. 15 und Abb. 5 zeigen die Anteile der Schülerinnen und Schüler aus den beiden Klassen für die Cluster 1 bis 3 an.

	Cluster			
	1	2	3	Gesamt
6G_Burschen	0	1	2	3
6W_Burschen	2	6	0	8
Gesamt	2	7	2	11
6G_Mädchen	5	5	11	21
6W_Mädchen	6	3	6	15
Gesamt	11	8	17	36

Tab. 15: Schüler/innen der beiden Klassen in den drei Clustern

Geschlecht	Klasse	Code	K_ges	Ko1	Ko2	Ko3	Ko4	Ko5	Ko6	Ko7	V1_4	V_ges	Cluster
W	6G	AAME	9	0.00	0.33	0.50	0.00	0.33	1.00	0.67	2		1
W	6G	AHRR	10	0.00	0.33	0.25	0.50	0.33	1.00	1.00	5	14	1
W	6G	ALMN	13	0.33	0.33	1.00	0.00	0.67	1.00	0.67	3	11	2
M	6G	ARMB	4	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.33	0.00	3		3
W	6G	ERRN	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	2		3
W	6G	ESPO	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3		3
M	6G	IBMS	3	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	3	10	3
W	6G	ICPG	5	0.67	0.67	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	2		3
W	6G	IIGL	6	0.33	0.33	0.25	1.00	0.00	0.33	0.00	2		3
W	6G	IIMC	7	0.33	0.33	0.00	0.50	0.33	0.67	0.33	5		1
W	6G	IIME	6	0.33	0.67	0.00	0.50	0.00	0.33	0.33	1		3
M	6G	ILOH	14	0.33	0.33	1.00	0.50	0.67	1.00	0.67	0		2
W	6G	IMIN	9	0.67	0.33	0.50	0.00	0.00	0.67	0.67	2		2
W	6G	INPÖ	6	0.67	0.33	0.00	0.50	0.00	0.33	0.33	3	9	3
W	6G	IPME	7	0.33	0.67	0.50	0.00	0.00	0.33	0.33	3		1
W	6G	IREU	12	1.00	0.33	0.25	0.50	0.33	0.67	1.00	3	13	1
W	6G	IRSI	7	0.33	0.33	0.25	0.50	0.00	0.33	0.67	2		3
W	6G	IRUS	11	0.67	0.00	1.00	0.50	0.00	0.67	0.67	3		2
W	6G	IYBN	8	0.33	0.33	0.25	0.50	0.33	0.67	0.33	3		1
W	6G	ÖNSZ	5	0.33	0.33	0.00	0.50	0.33	0.33	0.00	2	9	3
W	6G	RJCE	3	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0		3
W	6G	TCNM	8	0.00	0.67	0.75	0.50	0.33	0.33	0.00	3		1
W	6G	ULMR	5	0.33	0.33	0.25	1.00	0.00	0.00	0.00	2		3
W	6G	URMM	3	0.00	0.33	0.00	0.50	0.00	0.00	0.33	2		3
M	6W	AORR	11	1.00	0.33	0.50	1.00	0.33	0.67	0.00	4		1
M	6W	AXMR	12	0.67	0.67	0.50	0.00	0.67	0.67	0.67	3	10	2
W	6W	EACD	4	0.33	0.00	0.00	0.50	0.33	0.33	0.00	0		1
W	6W	EGEM	9	0.67	0.33	0.00	0.00	0.33	1.00	0.67	3	11	1
W	6W	ETIN	4	0.33	0.00	0.00	0.50	0.33	0.33	0.00	3		3
M	6W	ETPS	10	0.67	0.33	0.50	0.50	0.33	0.67	0.33	3		1
M	6W	IEGC	8	0.33	0.33	0.50	0.50	0.33	0.33	0.33	5	9	3
W	6W	IGEHE	6	0.67	0.33	0.50	0.00	0.00	0.33	0.00	2	12	2
M	6W	IKMR	13	0.67	0.67	0.50	1.00	0.33	0.67	0.67	3	13	1

M	6W	ILWI	8	0.67	0.33	0.25	0.00	0.00	0.67	0.67	2	10	2
W	6W	INEI	9	0.33	0.33	0.25	0.50	0.67	0.67	0.33	2		3
M	6W	IRAG	9	0.67	0.00	0.75	0.00	0.67	0.33	0.33	3		2
W	6W	IRGR	5	0.33	0.00	0.25	0.50	0.33	0.33	0.00	3	13	3
M	6W	IRRL	8	0.67	0.67	0.50	0.00	0.00	0.67	0.00	3	13	2
W	6W	ITMS	11	0.33	0.00	0.25	1.00	0.67	1.00	0.67	3		1
W	6W	LIRJ	6	0.67	0.33	0.00	0.50	0.33	0.33	0.00	2		3
W	6W	OLHB	6	0.33	0.33	0.00	0.50	0.33	0.33	0.33	3	11	3
W	6W	ÖRGT	4	0.33	0.00	0.25	0.00	0.33	0.33	0.00	3		3
W	6W	OSBI	9	0.33	0.33	0.50	0.50	0.00	0.67	0.67	3		2
W	6W	REMO	4	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.33	0.67	2	11	3
W	6W	SANE	8	0.67	0.33	0.75	0.00	0.00	0.33	0.33	4		2
W	6W	TMIH	15	0.67	0.67	0.25	0.50	1.00	1.00	1.00	2	12	1
W	6W	TNEE	6	0.33	0.33	0.25	0.00	0.00	0.33	0.67	2	11	2

Tab. 15: Tabellarische Übersicht über die 47 Datensätze

Tab. 15 zeigt einige Variablen aus dem kompletten Datensatz: Geschlecht, Klasse, Code, erreichte Punkte  $K_{ges}$  beim TUG-K, Erreichungsgrad der einzelnen Kompetenzen, Punkte bei den Beispielen 1 und 4 beim Vortest, Gesamtpunkte  $V_{ges}$  beim Vortest und Clusterzuordnung. Schüler/innen, die mehr als 50% der max. erreichten Punktezahl beim TUG-K erreicht haben, sind gelb unterlegt. Es sind 8 Schülerinnen und 1 Schüler in der Klasse 6G und alle 8 Schüler und weitere 6 von 15 Schülerinnen in der Klasse 6W. Aus der Tabelle kann schon die Vermutung abgeleitet werden, dass es keinen deutlichen Zusammenhang zwischen den Ergebnissen von Vortest und TUG-K gibt.

Diese Vermutung lässt sich in verschiedener Weise überprüfen:

- (1) Mit Hilfe eines Streudiagramms (vgl. Abb. 5): Es ist kein Zusammenhang zu erkennen. Schüler/innen, die z.B. 13 von 17 Punkten beim Vortest erreichen, haben beim TUG-K zwischen 5 und 11 von 21 Punkten.

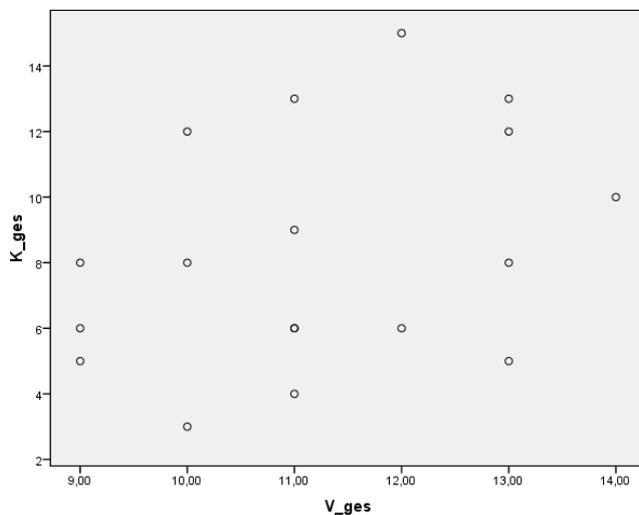


Abb. 5: Punkte beim TUG-K in Abhängigkeit der Ergebnisse beim Vortest

- (2) Mit einer Varianzanalyse (vgl. Tab. 16): Die Ergebnisse zeigen, dass die Ergebnisse beim Vortest nur weniger als 20% der Varianz für  $Ko_1$  aufklären können und dass keine einzige Variable auch nur annähernd einen signifikanten Einfluss hat.

### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Ko\_1

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	,827 <sup>a</sup>	11	,075	1,354	,370	,713
Konstanter Term	1,865	1	1,865	33,575	,001	,848
V_graf	,023	2	,012	,210	,817	,065
V_2	,395	4	,099	1,776	,252	,542
V_5	,037	2	,019	,333	,729	,100
V_graf * V_2	,012	1	,012	,222	,654	,036
V_graf * V_5	,000	0	.	.	.	,000
V_2 * V_5	,000	0	.	.	.	,000
V_graf * V_2* V_5	,000	0	.	.	.	,000
Fehler	,333	6	,056			
Gesamt	5,333	18				
Korrigierte Gesamtvariation	1,160	17				

a. R-Quadrat = ,713 (korrigiertes R-Quadrat = ,186)

Tab. 16: Varianzanalyse zur Abhängigkeit von Ko\_1 von den Ergebnissen des Vortests

Tab. 17 und Abb. 6 zeigen die Verteilung der Ergebnisse K\_ges beim TUG-K in Abhängigkeit von der Zugehörigkeit zu den beiden Variablen Klasse und Geschlecht. Es fällt auf, dass zwischen den Burschen beider Klassen doch deutliche Unterschiede bestehen: Während alle 8 Burschen der Klasse 6W mehr als 50% der maximal erreichten Gesamtpunkte beim TUG-K, d.h. eine Punkteanzahl größer oder gleich 8 erzielen, haben in der Klasse 6G zwei von drei Burschen nur drei bzw. vier Punkte. 9 von 15 Mädchen der Klasse 6W erreichen weniger als 7 Punkte, d.h. nur 6 Mädchen dieser Klasse haben 8 Punkte oder mehr. Die höchste Punktezahl hat allerdings ein Mädchen aus dieser Klasse mit 15 Punkten.

	K_ges															
	0	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Gesamt
6G_Burschen			1	1				0	0	0	0	0	0	1		3
6W_Burschen			0	0				3	1	1	1	1	1	0		8
Gesamt			1	1				3	1	1	1	1	1	1		11
6G_Mädchen	1	1	2	0	3	3	3	2	2	1	1	1	1		0	21
6W_Mädchen	0	0	0	4	1	4	0	1	3	0	1	0	0		1	15
Gesamt	1	1	2	4	4	7	3	3	5	1	2	1	1		1	36

Tab. 17: Ergebnisse K\_ges beim TUG-K abhängig von Klasse und Geschlecht

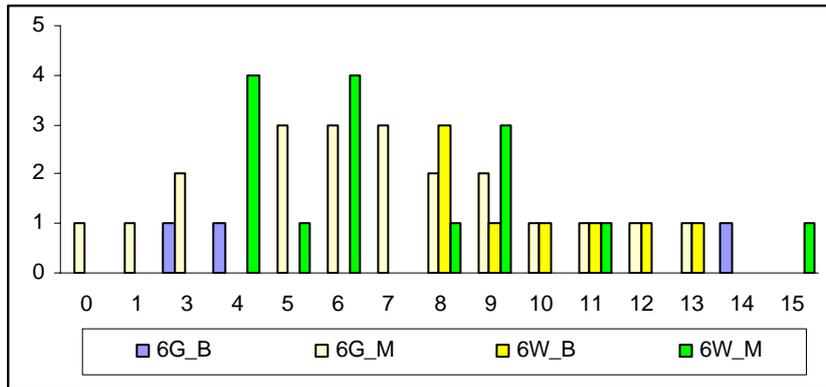


Abb. 6: Ergebnisse K\_ges beim TUG-K abhängig von Klasse und Geschlecht

Der Boxplot in Abb. 7 zeigt die Quartile für V\_ges in Abhängigkeit von der Klasse. Es zeigt sich, dass die Spannweite für die Klasse 6W kleiner ist und der Median etwas höher liegt. Abb. 8 zeigt die Punkteverteilung in einem Balkendiagramm.

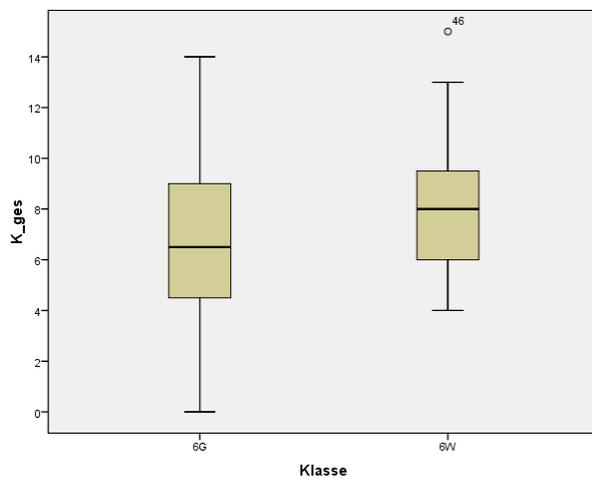


Abb. 7: Boxplot für K\_ges aus dem TUG-K in Abhängigkeit von der Klasse

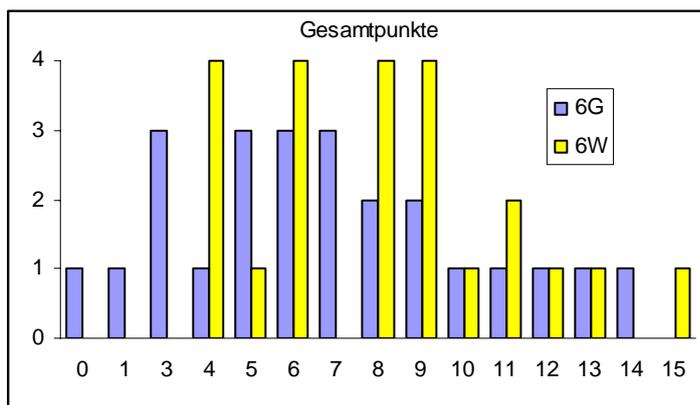


Abb. 8: Punkteverteilung beim TUG-K differenziert nach der Klasse

Die Ergebnisse des TUG-K lassen sich auch nach einem weiteren Gesichtspunkt ordnen. Man kann die 21 Antworten je nach Anzahl der richtigen Lösungen in drei Gruppen einteilen:

- (1) Niedrige Werte (0 – 10 richtige Lösungen bei 47 Schülern/innen)
- (2) Mittlere Werte (11 – 20 richtige Lösungen)
- (3) Hohe Werte (mehr als 20 richtige Einzellösungen)

Aus der Gesamtliste (vgl. Tab. 18) lassen sich drei gleich große Gruppen definieren (vgl. Tab. 19). Da sich die Anzahl der Schüler/innen in den beiden Klassen geringfügig unterscheiden wurden in den beiden letzten Zeilen der Tab. 18 auch die Prozentwerte der richtigen Lösungen angegeben. Die Ergebnisse sind in Abb. 9 als blaue (6G) und gelbe Balken (für die 6W-Klasse) dargestellt. Deutlich höhere Lösungswerte für die Klasse 6W ergeben sich bei den Items K1, K11 und K13. Bei den Aufgaben K2, K4, K8, K16, K17, K18 und K20 weisen die Schüler/innen der 6G-Klasse teilweise geringfügig höhere Werte auf. Besonders groß ist der Unterschied bei K2, wie auch in Abb. 10 zu sehen ist. Die Balken in Abb. 10, die nach links weisen, zeigen an, um wie viel % die Lösungswahrscheinlichkeit für die jeweilige Aufgabe bei Schülern/innen der 6W-Klasse kleiner ist als bei Schülern/innen der 6G-Klasse.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
6G	23	33	18	4	25	9	2	15	9	6	11	23	26	17	6	27	6	17	12	20	38
6W	8	20	7	4	11	4	0	9	4	3	2	11	7	8	2	14	4	9	6	11	18
6G(%)	33.3	83.3	29.2	16.7	45.8	16.7	0.0	37.5	16.7	12.5	8.3	45.8	29.2	33.3	8.3	58.3	16.7	37.5	25.0	45.8	75.0
6W(%)	65.2	56.5	47.8	0.0	60.9	21.7	8.7	26.1	21.7	13.0	39.1	52.2	82.6	39.1	17.4	56.5	8.7	34.8	26.1	39.1	87.0

Tab. 18. Gesamtübersicht über die richtigen Lösungen der einzelnen Items

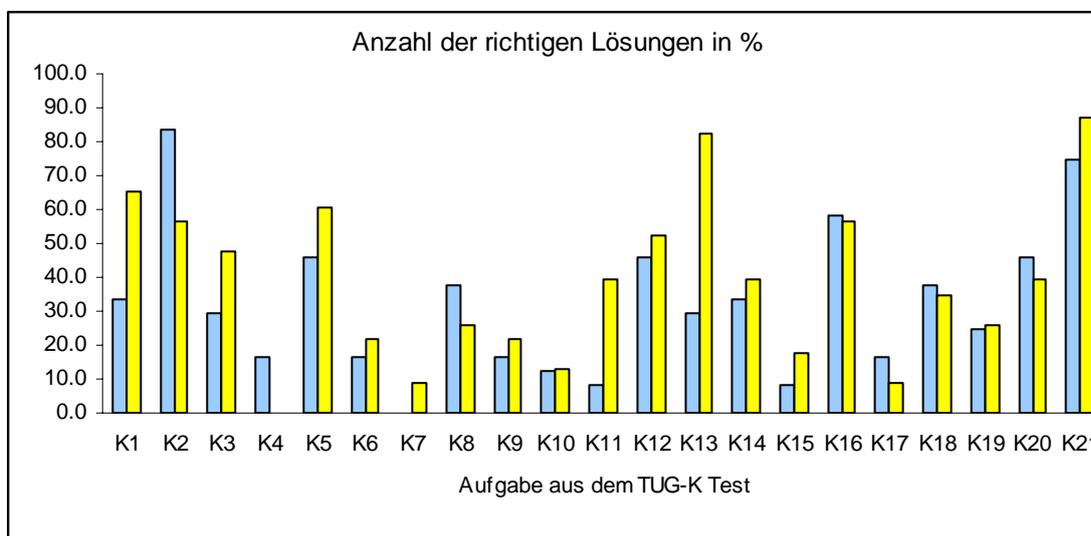


Abb. 9: Anzahl der richtigen Lösungen in Prozent

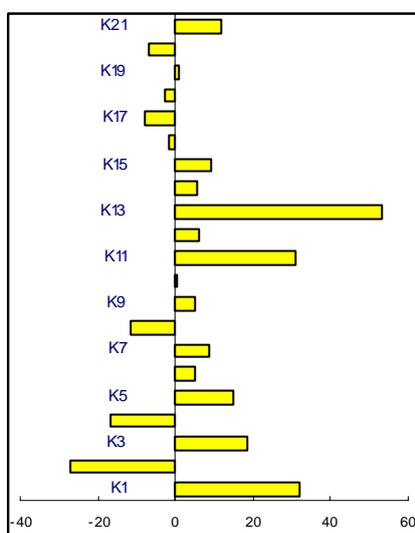


Abb. 10: Unterschiede zwischen 6W und 6G bei der richtigen Lösungshäufigkeit in %

Niedrige Werte							
Item	K7	K4	K10	K15	K6	K9	K17
6G	0	4	3	2	4	4	4
6W	2	0	3	4	5	5	6
Kompetenz	2	3	4	5	2	7	1
Mittlere Werte							
Item	K3	K8	K11	K14	K18	K19	K20
6G	7	9	2	8	9	6	11
6W	11	6	9	9	8	6	9
Kompetenz	6	6	5	5	7	3	3
Hohe Werte							
Item	K1	K2	K5	K12	K13	K16	K21
6G	8	20	11	11	7	14	18
6W	15	13	14	12	19	13	20
Kompetenz	3	2	1	7	1	4	6

Tab. 19: Ergebnisse des TUG-K differenziert in drei Gruppen nach Anzahl der richtigen Lösungen

K5			A	B	C	D	E	fehlt	Gesamt
		6G_B				1	2	0	
K13			A	B	C	D	fehlt	Gesamt	
		6G_B		1	1	1			3
K17			A	B	C	D	E	fehlt	Gesamt
		6G_B	0	2	0	0	1		3

Tab. 20: Items für Kompetenz 1

Tab. 20 zeigt Detailergebnisse zu den Items K5, K13 und K17, die der Kompetenz 1 zugeordnet werden. Die richtige Lösung ist jeweils in der entsprechende Zeile in der Tabelle rechts blau markiert. Bei zwei Aufgaben erreichen die Schüler/innen der 6W-Klasse mehr richtige Lösungen als die Schüler/innen der 6G-Klasse, obwohl in der 6W-Klasse ein Schüler bzw. eine Schülerin weniger beim Test anwesend waren. Dennoch unterscheiden sich die zwei Aufgaben voneinander: Der Unterschied der beiden Klassen wird in Aufgabe K13 mit 12 richtigen Lösungen mehr besonders deutlich, während es bei der Aufgabe K5 nur 3 mehr richtige Lösungen sind und bei Aufgabe 17 sogar 2 Schüler/innen in der 6G die Aufgabe besser gelöst haben. Bei K5 und K17 mussten die Schüler/innen eine Berechnung durchführen, während die Aufgabe bei K13 ohne Zahlen nur mittels einer qualitativen Interpretation eines s-t-Diagramms zu lösen war. Die Aufgabe K13 haben in der 6G-Klasse nur 7 von 24 Schülern/innen richtig gelöst, während in der 6W-Klasse 19 von 23 Schüler/innen die richtige Lösung gefunden haben.

Die "relative Zielerreichung" der Kompetenz 1 ist in Tab. 21 und Abb. 11 noch einmal dargestellt. Von 24 Schülern/innen der 6G-Klasse lösen 8 Schüler/innen keines der drei Beispiele zu Kompetenz 1, während es in der 6W-Klasse nur eine Schülerin ist. Nur 5 von 24 Schülerinnen aus der 6G-Klasse lösen zwei oder alle drei Aufgaben, während es in der 6W-Klasse 7 Schüler und 5 Schülerinnen sind.

Relative Zielerreichung der Kompetenz 1						
		0	0,33	0,67	1	Gesamt
6G	M	1	2	0	0	3
	W	7	9	4	1	21
	Gesamt	8	11	4	1	24
6W	M	0	1	6	1	8
	W	1	9	5	0	15
	Gesamt	1	10	11	1	23

Tab. 21: Zielerreichung bei Kompetenz 1 beim TUG-K Test

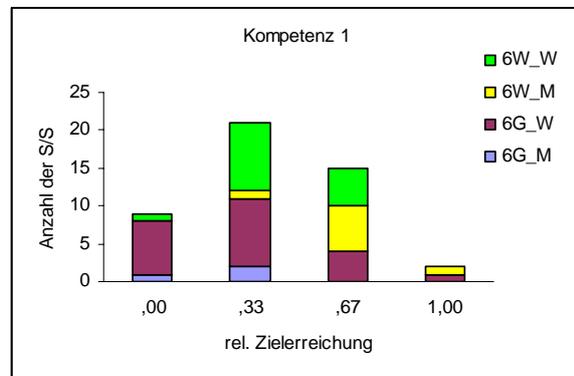
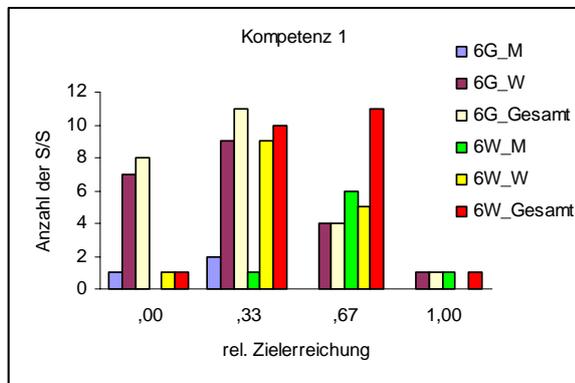


Abb 11: Zielerreichung bei Kompetenz 1 beim TUG-K Test

Klasse			A	B	C	D	G	Gesamt
6G	K_ges	0	0	0	0	0	1	1
		1	0	1	0	0	0	1
		3	0	0	1	0	2	3
		4	0	1	0	0	0	1
		5	0	0	0	3	0	3
		6	0	1	0	2	0	3
		7	1	1	0	0	1	3
		8	0	1	0	0	1	2
		9	0	2	0	0	0	2
		10	1	0	0	0	0	1
		11	1	0	0	0	0	1
		12	0	0	0	1	0	1
		13	0	1	0	0	0	1
		14	0	0	0	1	0	1
		Gesamt		3	8	1	7	5
6W	K_ges	4	0	1	1	2		4
		5	0	0	0	1		1
		6	0	0	0	4		4
		8	0	0	0	4		4
		9	1	0	0	3		4
		10	0	0	0	1		1
		11	0	1	0	1		2
		12	0	0	0	1		1
		13	0	0	0	1		1
		15	0	0	0	1		1
		Gesamt		1	2	1	19	

Tab. 22: Lösung der Aufgabe K13 in Abhängigkeit von der Gesamtpunktezahl K\_ges

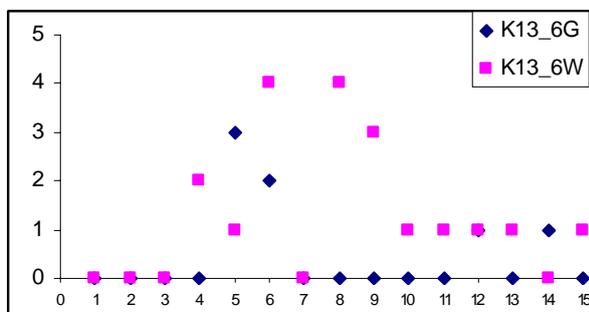


Abb. 12: Lösung der Aufgabe K13 in Abhängigkeit von der Gesamtpunktezahl K\_ges

Die Lösungsqualität der Aufgabe K13 kann anhand der Darstellungen in Tab. 22 und Abb. 12 genauer analysiert werden: Die richtige Lösung ist D. In der 6G-Klasse lösen nur 2 der 9 Schüler/innen mit acht oder mehr Gesamtpunkten die Aufgabe richtig, während in der 6W-Klasse nur 2 von 14 Schülern/innen mit acht oder mehr Gesamtpunkten die Aufgabe nicht richtig lösen. Während in der 6G-Klasse nur 5 von 13 Schüler/innen mit weniger als 8 Punkten die Aufgabe richtig lösen, erzielen in der 6W-Klasse 7 von 9 Schülern/innen mit weniger als 8 Punkten die richtige Lösung.

Geschlecht	K4					Gesamt
	A	B	C	D	E	
M Klasse 6G	0	1	1	1	0	3
	1	2	2	0	2	7
	1	3	3	1	2	10
W Klasse 6G	1	6	6	3	4	20
	1	2	8	0	4	15
	2	8	14	3	8	35

Tab. 23: Lösung der Aufgabe K4 in Abhängigkeit von Klasse und Geschlecht

Beim Beispiel K4 werden insgesamt nur 4 richtige Lösungen erreicht (vgl. Tab. 23). Alle Schüler/innen stammen aus der 6G-Klasse. Aus einem v-t-Diagramm soll der zurückgelegte Weg abgelesen werden bzw. berechnet werden. Die richtige Lösung ist D. Abb. 13 veranschaulicht, welche Lösungsvariante(n) von den Burschen bzw. den Mädchen in den beiden Klassen gewählt wurde.

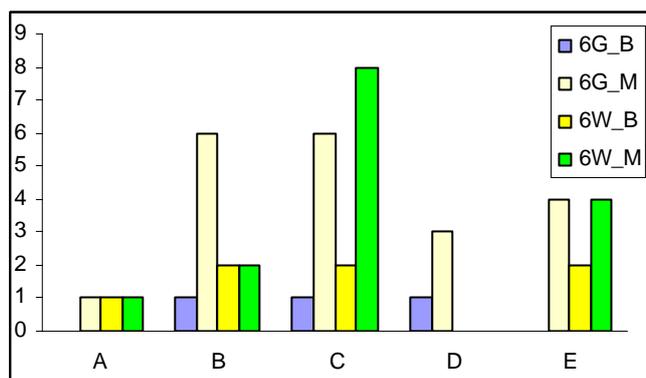


Abb 13: Lösung der Aufgabe K4 in Abhängigkeit von Klasse und Geschlecht

Die folgenden drei Abbildungen Abb. 14 bis Abb. 16 geben einen Überblick, welche Aufgaben von den Schülern/innen in der 6G-Klasse gelöst werden. Man sieht z.B., dass die Aufgabe K4 nur von diesen Schülern/innen gelöst wird (vgl. Abb. 14). Aus Abb. 15 erkennt man z.B., dass kein Schüler/keine Schülerin dieser Gruppe die Aufgabe K13 lösen kann. Die Aufgabe K9 kann nur von Schülern/innen mit mehr als 5 Gesamtpunkten gelöst werden (vgl. Abb. 14 und Abb. 16).

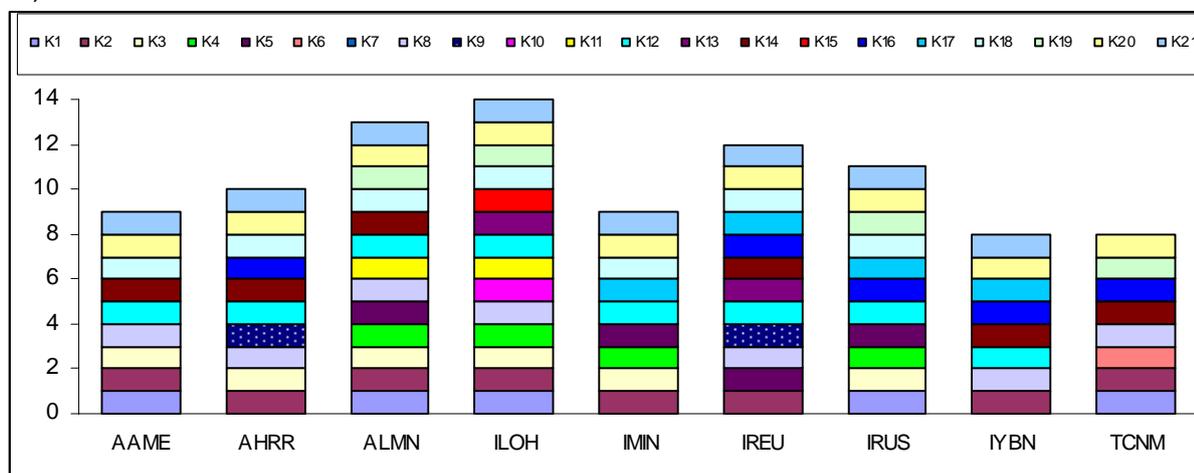


Abb 14: Schüler/innen aus der 6G, die 8 bis 14 Punkte erreicht haben

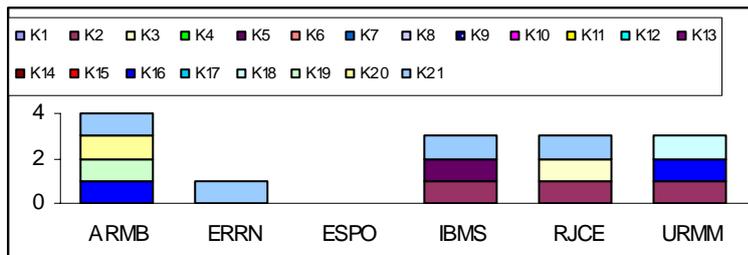


Abb 15: Schüler/innen aus der 6G, die weniger als 5 Punkte erreicht haben

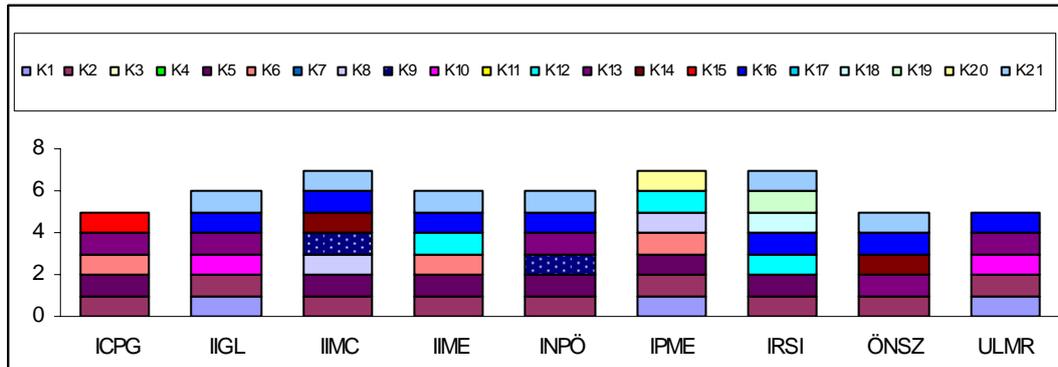


Abb 16: Schüler/innen aus der 6G, die 5, 6 oder 7 Punkte erreicht haben

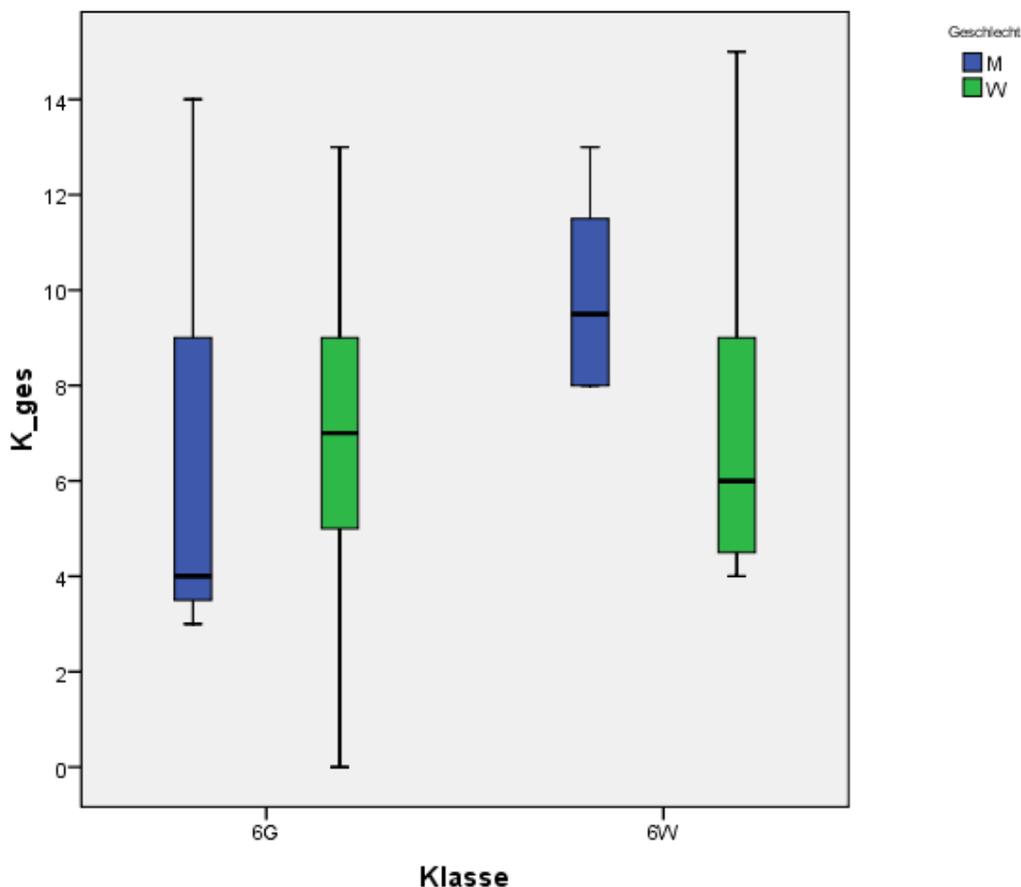


Abb. 17: Boxplot K\_ges abhängig von Klasse und Geschlecht

Abb. 17 zeigt ein interessantes Detail: Der Median von K\_ges beträgt für die Burschen aus der 6W-Klasse mehr als das Doppelte des Wertes für die Burschen aus der 6G-Klasse, während der Median für die Mädchen aus der 6G-Klasse doch deutlich höher als für die Mädchen der 6W-Klasse liegt.

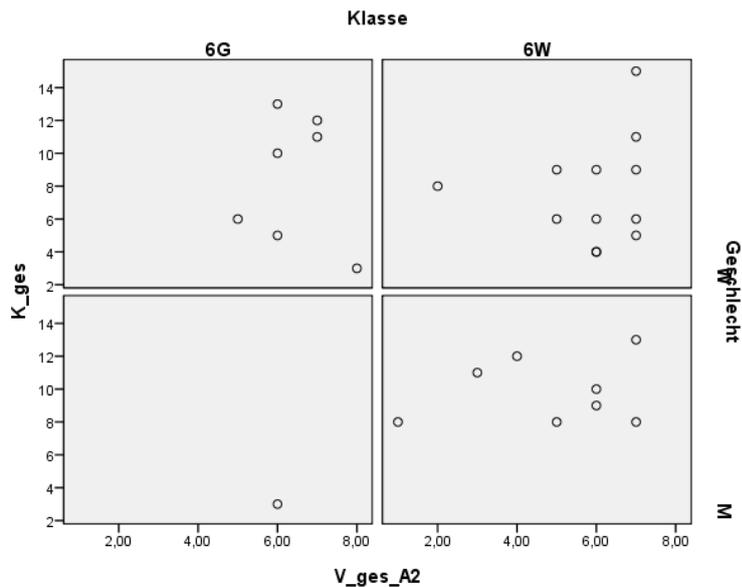


Abb.18: Gruppiertes Streudiagramm  $K_{ges}$ / Punkte bei V2 aus Vortest

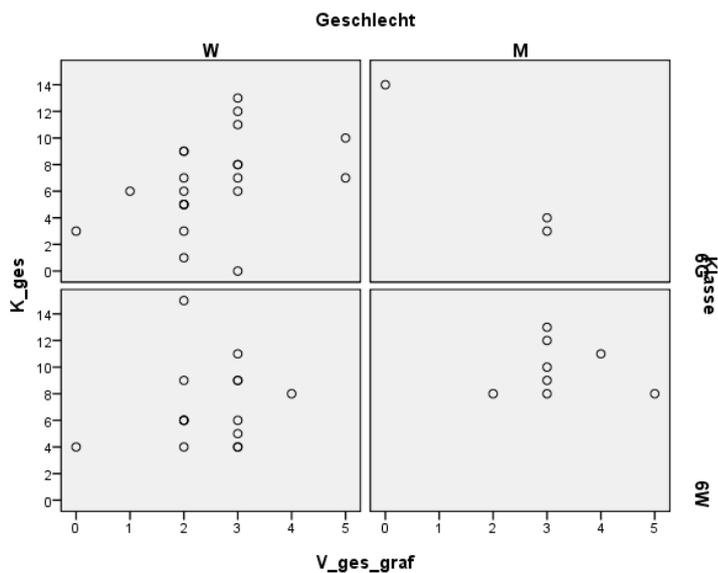


Abb.19: Gruppiertes Streudiagramm  $K_{ges}$ / Punkte bei V1 und V4 aus Vortest

Die beiden Abbildungen Abb. 18 und Abb. 19 zeigen einerseits, dass es keinen Zusammenhang zwischen der Gesamtpunktzahl  $K_{ges}$  aus dem TUG-K Test und den erreichten Punkten beim Vortest sowohl im grafischen (Beispiele 1 und 4) wie auch im rechnerischen Bereich (Beispiel 2) gibt, und dass aber andererseits doch auch die Unterschiede zwischen Burschen und Mädchen in den beiden Klassen deutlich werden.

In Abb. 19 ist auf der x-Achse die Punktzahl bei den Beispielen 1 und 4 aus dem Vortest und auf der y-Achse die Punktzahl  $K_{ges}$  aus dem TUG-K Test aufgetragen. Im Feld links oben sind die erreichten Werte für Mädchen der 6G-Klasse und im Feld links unten jene für die Mädchen aus der 6W-Klasse dargestellt. Analog enthalten die beiden rechten Felder die Darstellungen für die Burschen aus der 6G-Klasse oben und aus der 6W-Klasse unten.

In Abb. 18 ist auf der x-Achse die Punktzahl bei Beispiel 2 aus dem Vortest und auf der y-Achse die Punktzahl  $K_{ges}$  aus dem TUG-K Test aufgetragen. Im Feld links oben sind die erreichten Werte für Mädchen der 6G-Klasse und im Feld links unten jene für die Burschen aus der 6G-Klasse dargestellt. Analog enthalten die beiden rechten Felder die Darstellungen für die Mädchen aus der 6W-Klasse oben und für die Burschen aus der 6W-Klasse unten.

	V_5	V_2	V_graf	Ko_1	Ko_2	Ko_3	Ko_4	Ko_5	Ko_7	Ko_6
V_5 Korrelation nach Pearson	1,000									
V_2 Korrelation nach Pearson	,003	1,000								
V_graf Korrelation nach Pearson	,144	<b>-,611**</b>	1,000							
Ko_1 Korrelation nach Pearson	,155	-,197	,151	1,000						
Ko_2 Korrelation nach Pearson	,046	-,096	-,007	,280	1,000					
Ko_3 Korrelation nach Pearson	,215	-,163	,153	,195	,080	1,000				
Ko_4 Korrelation nach Pearson	,046	,095	,103	,081	,006	-,040	1,000			
Ko_5 Korrelation nach Pearson	,155	,055	,072	,202	,096	,200	,177	1,000		
Ko_7 Korrelation nach Pearson	,331	,123	,120	,182	,178	<b>,295*</b>	-,014	<b>,304*</b>	1,000	
Ko_6 Korrelation nach Pearson	,164	,106	,087	,186	,140	<b>,366*</b>	,044	<b>,514**</b>	<b>,649**</b>	1,000

\*\* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

\* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Tab. 24: Korrelationen zwischen den Ergebnissen des Vortests und dem Erreichen der Kompetenzen

Tab. 24 zeigt, dass die Variablen Ergebnisse des Vortests und Grad der Kompetenzerreichung nicht miteinander korrelieren. Die wenigen Korrelationen zwischen den einzelnen Kompetenzen, die farblich gekennzeichnet sind, wären signifikant, sind aber nicht besonders stark. Am stärksten ist der Zusammenhang zwischen den Kompetenzen 6 und 5 und 6 und 7.

Die Grade der Kompetenzerreichung sollen nun noch differenziert in Bezug auf die Clusteraufteilung, in Bezug auf die Klasse und in Bezug auf das Geschlecht untersucht werden (vgl. Tab. 25).

Klasse	Geschlecht	Cluster	Ko_1	Ko_2	Ko_3	Ko_4	Ko_5	Ko_7	Ko_6
6G	M	2 Mittelwert	,3333	,3333	1,0000	,5000	,6667	,6667	1,0000
		3 Mittelwert	,1667	,1667	,2500	,2500	,0000	,0000	,3333
		Insgesamt Mittelwert	,2222	,2222	,5000	,3333	,2222	,2222	,5556
	W	1 Mittelwert	,2857	,4286	,3571	,3571	,2857	,5238	,6667
		2 Mittelwert	,5556	,2222	,8333	,1667	,2222	,6667	,7778
		3 Mittelwert	,2727	,3333	,0682	,4091	,0606	,1515	,2424
		Insgesamt Mittelwert	,3175	,3492	,2738	,3571	,1587	,3492	,4603
	Insgesamt	1 Mittelwert	,2857	,4286	,3571	,3571	,2857	,5238	,6667
		2 Mittelwert	,5000	,2500	,8750	,2500	,3333	,6667	,8333
		3 Mittelwert	,2564	,3077	,0962	,3846	,0513	,1282	,2564
		Insgesamt Mittelwert	,3056	,3333	,3021	,3542	,1667	,3333	,4722

6W	M	1	Mittelwert	,7778	,4444	,5000	,8333	,3333	,3333	,6667
		2	Mittelwert	,6667	,4167	,5000	,0000	,3333	,4167	,5833
		3	Mittelwert	,3333	,3333	,5000	,5000	,3333	,3333	,3333
		Gesamt	Mittelwert	,6667	,4167	,5000	,3750	,3333	,3750	,5833
	W	1	Mittelwert	,5000	,2500	,1250	,5000	,5833	,5833	,8333
		2	Mittelwert	,5000	,3333	,5000	,1250	,0000	,4167	,4167
		3	Mittelwert	,3333	,1429	,1429	,3571	,3333	,1905	,3810
		Gesamt	Mittelwert	,4222	,2222	,2333	,3333	,3111	,3556	,5111
	Insgesamt	1	Mittelwert	,6190	,3333	,2857	,6429	,4762	,4762	,7619
		2	Mittelwert	,5833	,3750	,5000	,0625	,1667	,4167	,5000
		3	Mittelwert	,3333	,1667	,1875	,3750	,3333	,2083	,3750
		Insgesamt	Mittelwert	,5072	,2899	,3261	,3478	,3188	,3623	,5362
Insgesamt M	M	1	Mittelwert	,7778	,4444	,5000	,8333	,3333	,3333	,6667
		2	Mittelwert	,6000	,4000	,6000	,1000	,4000	,4667	,6667
		3	Mittelwert	,2222	,2222	,3333	,3333	,1111	,1111	,3333
		Insgesamt	Mittelwert	,5455	,3636	,5000	,3636	,3030	,3333	,5758
	W	1	Mittelwert	,3636	,3636	,2727	,4091	,3939	,5455	,7273
		2	Mittelwert	,5238	,2857	,6429	,1429	,0952	,5238	,5714
		3	Mittelwert	,2963	,2593	,0972	,3889	,1667	,1667	,2963
		Insgesamt	Mittelwert	,3611	,2963	,2569	,3472	,2222	,3519	,4815
	Insgesamt	1	Mittelwert	,4524	,3810	,3214	,5000	,3810	,5000	,7143
		2	Mittelwert	,5556	,3333	,6250	,1250	,2222	,5000	,6111
		3	Mittelwert	,2857	,2540	,1310	,3810	,1587	,1587	,3016
		Insgesamt	Mittelwert	,4043	,3121	,3138	,3511	,2411	,3475	,5035

Tab. 25: Mittelwerte für die Kompetenzen 1 bis 7

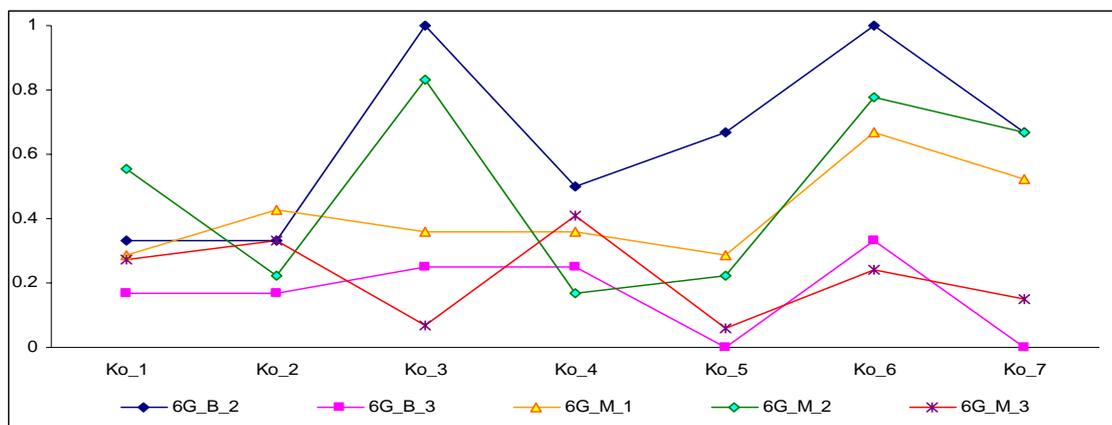


Abb. 20: Mittelwerte für Kompetenzen für die 6G-Klasse

Bei der Interpretation der Grafik in Abb. 20 muss beachtet werden, dass sich im Cluster 6G\_B\_2 nur ein Bursch, im Cluster 6G\_B\_3 zwei Burschen, im Cluster 6G\_M\_1 sieben Mädchen, im Cluster 6G\_M\_2 drei Mädchen, aber im Cluster 6G\_M\_3 elf Mädchen befinden. Das erklärt auch die relativ niedrigen Klassenwerte z.B. bei den Kompetenzen 1, 3 oder 5.

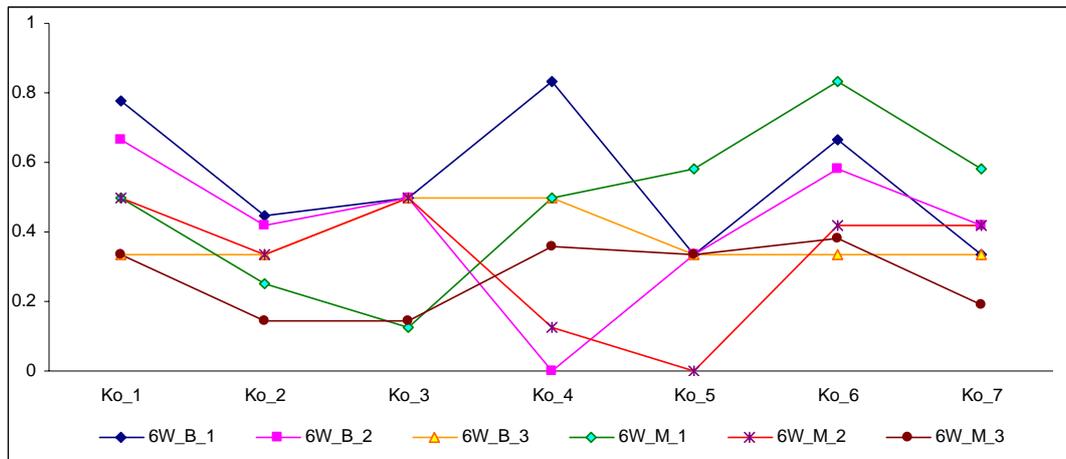


Abb. 21: Mittelwerte für Kompetenzen für die 6W-Klasse

In der 6W-Klasse befindet sich nur einer der 8 Burschen im Cluster 3, drei Burschen sind in Cluster 1 und vier in Cluster 2. Bei den Mädchen befinden sich jeweils 4 in Cluster 1 und 2 und 7 Mädchen in Cluster 3.

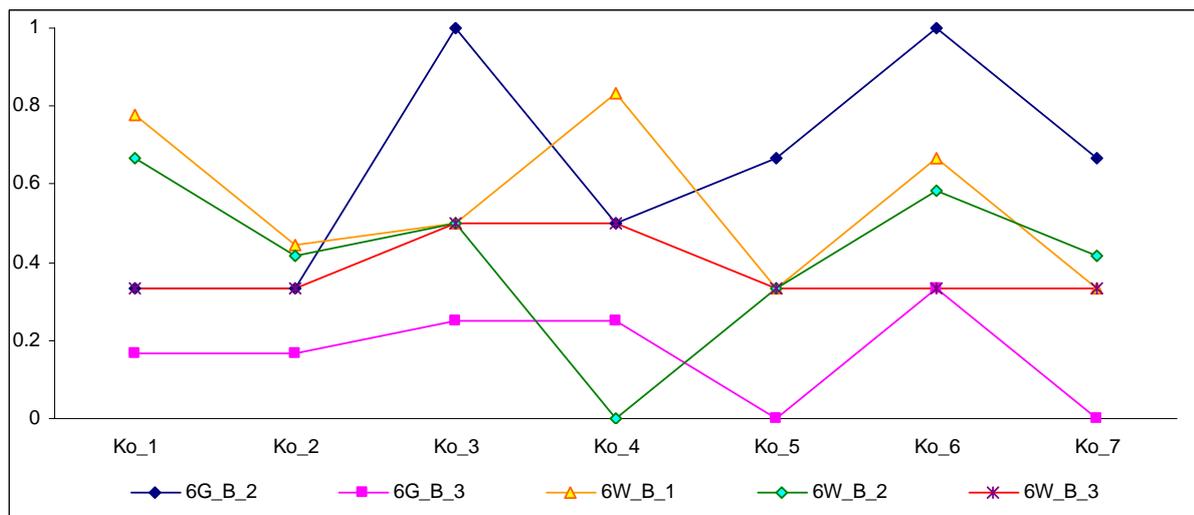


Abb. 21: Mittelwerte für Kompetenzen für die Burschen in beiden Klassen differenziert nach Clustern

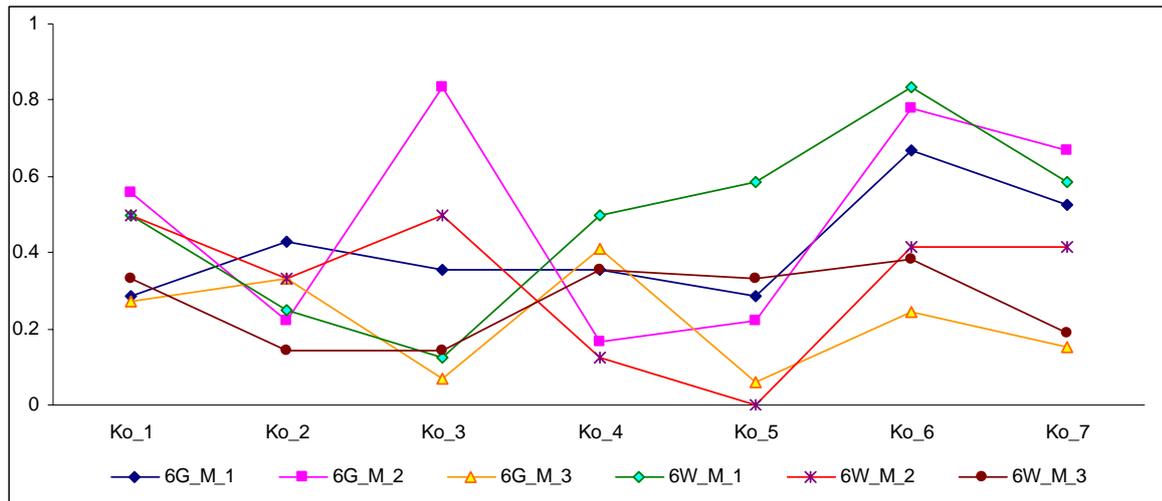


Abb. 22: Mittelwerte für Kompetenzen für die Mädchen in beiden Klassen differenziert nach Clustern

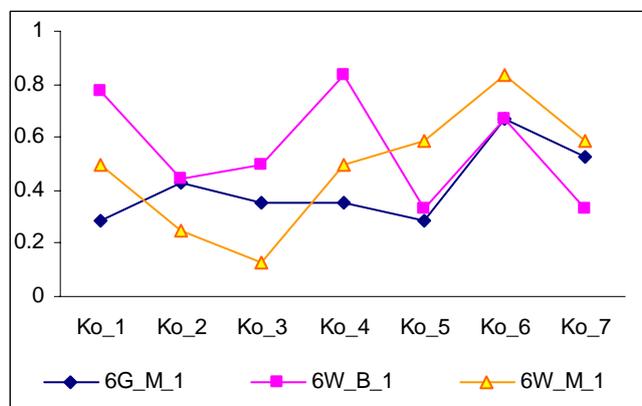


Abb. 23: Mittelwerte für Kompetenzen im Cluster 1 differenziert nach Klassen und Geschlecht

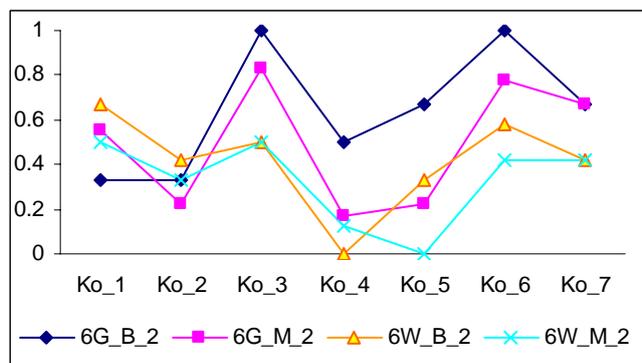


Abb. 24: Mittelwerte für Kompetenzen im Cluster 2 differenziert nach Klassen und Geschlecht

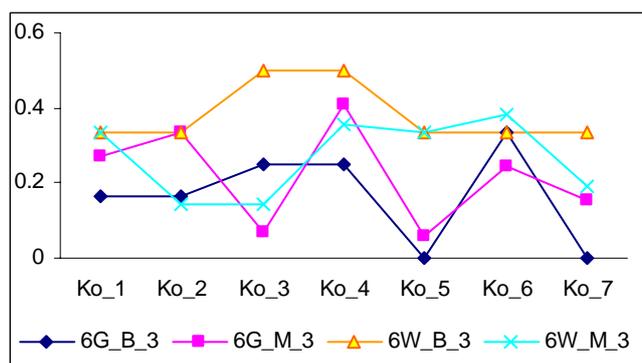


Abb. 25: Mittelwerte für Kompetenzen im Cluster 3 differenziert nach Klassen und Geschlecht

Abb. 23 bis 25 zeigen, dass z.B in allen Clustern sowohl Mädchen als auch Burschen in der 6G-Klasse niedrigere Werte bei Kompetenz 1 aufweisen. Das könnte ein Hinweis darauf sein, dass das unterschiedliche Treatment der beiden Klassen zu den Unterschieden in den Ergebnissen führt, da kein Zusammenhang mit den Vorkenntnissen besteht.

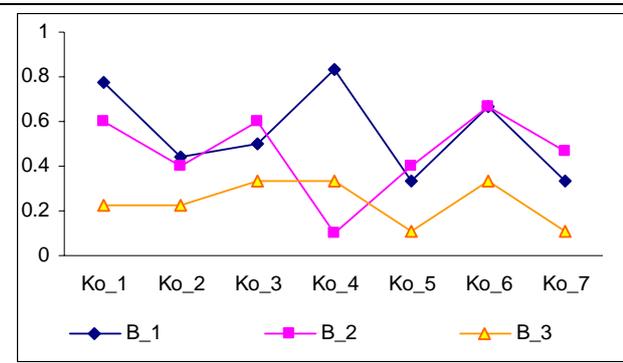


Abb. 26: Mittelwerte für Kompetenzen der Burschen differenziert nach Clustern

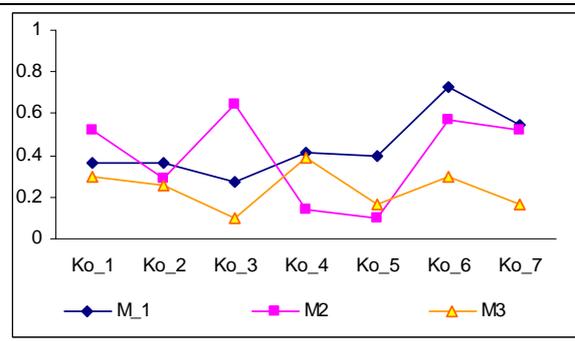


Abb. 27: Mittelwerte für Kompetenzen der Mädchen differenziert nach Clustern

Klasse	Geschlecht	Cluster		K_ges	V_graf	V_2	V_5	V_ges	
6G	Burschen	2	Mittelwert	14,00	,00				
			N	1	1				
		3	Mittelwert	3,50	3,00	6,0000	1,0000	10,0000	
			N	2	2	1	1	1	
		Gesamt		Mittelwert	7,00	2,00	6,0000	1,0000	10,0000
		Mädchen	1	Mittelwert	8,71	3,43	6,5000	2,6667	13,5000
	N			7	7	2	3	2	
	2		Mittelwert	11,00	2,67	6,5000	2,0000	11,0000	
			N	3	3	2	1	1	
	3		Mittelwert	4,27	1,91	6,3333	1,0000	9,0000	
			N	11	11	3	2	2	
	Gesamt		Mittelwert	6,71	2,52	6,4286	2,0000	11,2000	
Gesamt	1	Mittelwert	8,71	3,43	6,5000	2,6667	13,5000		
		N	7	7	2	3	2		
	2	Mittelwert	11,75	2,00	6,5000	2,0000	11,0000		
		N	4	4	2	1	1		
	3	Mittelwert	4,15	2,08	6,2500	1,0000	9,3333		
		N	13	13	4	3	3		
Gesamt		Mittelwert	6,75	2,46	6,3750	1,8571	11,0000		

6W	Burschen	1	Mittelwert	11,33	3,33	5,3333	3,0000	13,0000
			N	3	3	3	1	1
		2	Mittelwert	9,25	2,75	5,5000	3,0000	11,0000
			N	4	4	4	3	3
		3	Mittelwert	8,00	5,00	1,0000	3,0000	9,0000
			N	1	1	1	1	1
		Gesamt	Mittelwert	9,88	3,25	4,8750	3,0000	11,0000
	Mädchen	1	Mittelwert	9,75	2,00	6,3333	3,0000	11,5000
			N	4	4	3	2	2
		2	Mittelwert	7,25	2,75	5,2500	3,0000	11,5000
			N	4	4	4	2	2
		3	Mittelwert	5,43	2,57	6,2000	3,0000	11,6667
			N	7	7	5	4	3
		Gesamt	Mittelwert	7,07	2,47	5,9167	3,0000	11,5714
	Gesamt	1	Mittelwert	10,43	2,57	5,8333	3,0000	12,0000
		N	7	7	6	3	3	
2		Mittelwert	8,25	2,75	5,3750	3,0000	11,2000	
		N	8	8	8	5	5	
3		Mittelwert	5,75	2,88	5,3333	3,0000	11,0000	
		N	8	8	6	5	4	
	Gesamt	Mittelwert	8,04	2,74	5,5000	3,0000	11,3333	

Tab. 26: Ergebnisse aus Vor – und Haupttest differenziert nach Clustern, sowie Klasse und Geschlecht

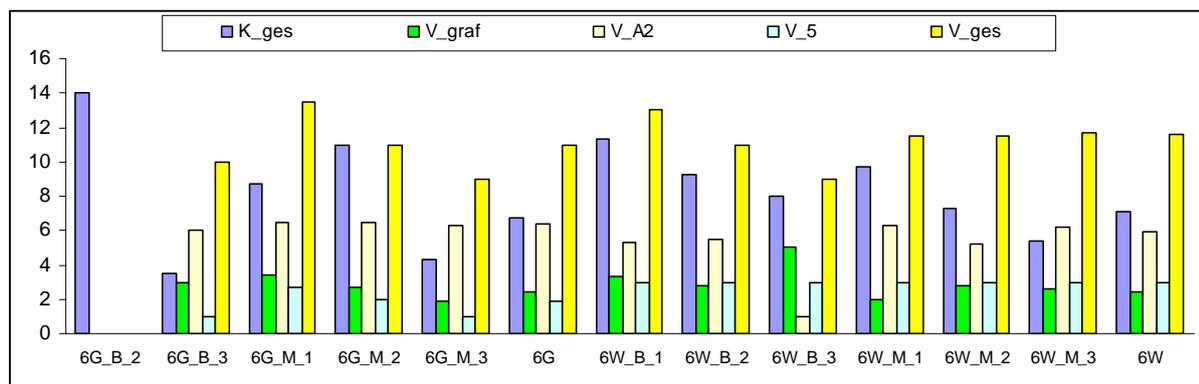


Abb. 28: Ergebnisse aus Vor – und Haupttest differenziert nach Clustern, sowie Klasse und Geschlecht

Abb. 28 zeigt z.B., dass alle Mädchen aus der 6W-Klasse in den einzelnen Clustern etwa gleiche Mittelwerte für die Gesamtpunktezahl im Vortest haben.

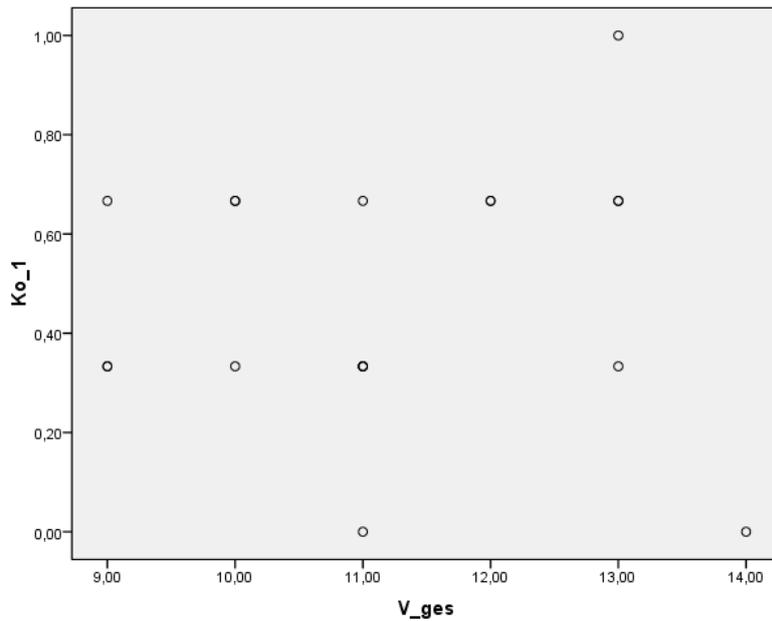
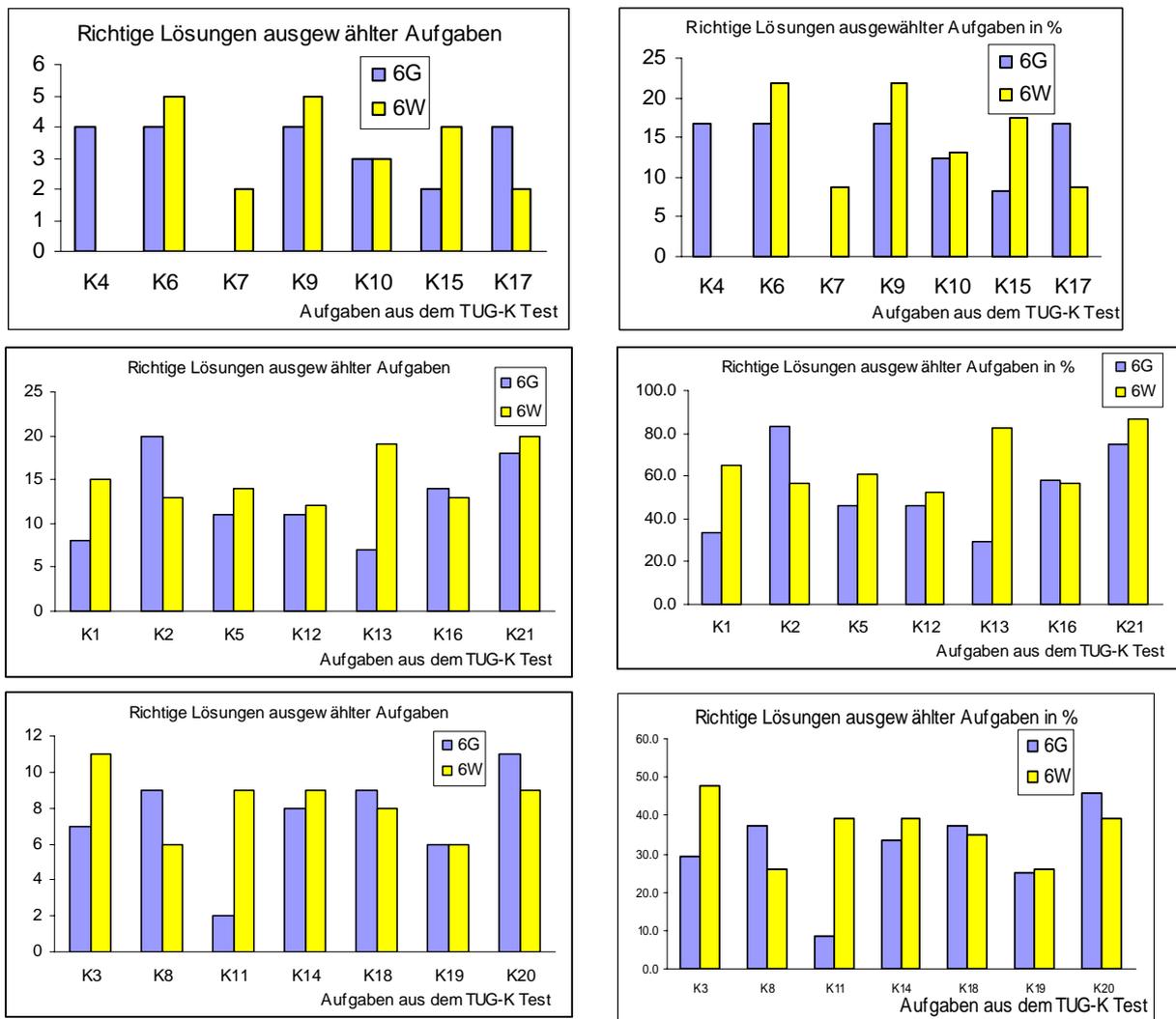


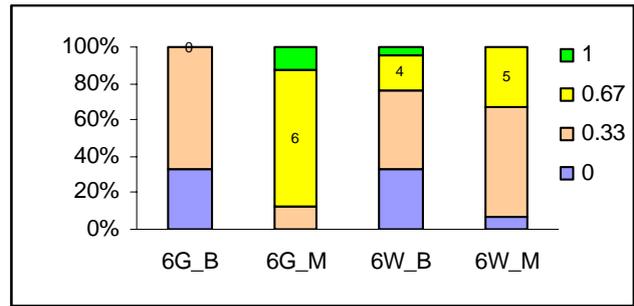
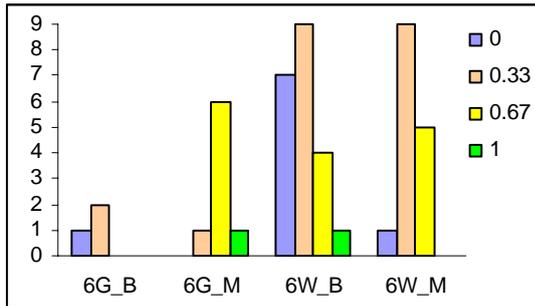
Abb.29: Streudiagramm Mittelwert für Kompetenz 1 / Gesamtpunktezahl im Vortest

Auch aus Abb. 29 ist kein Zusammenhang zwischen Vor- und Haupttest erkennbar.

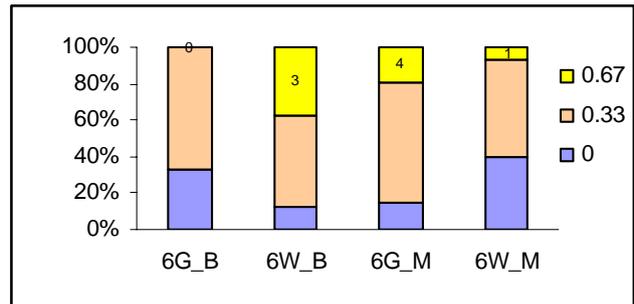
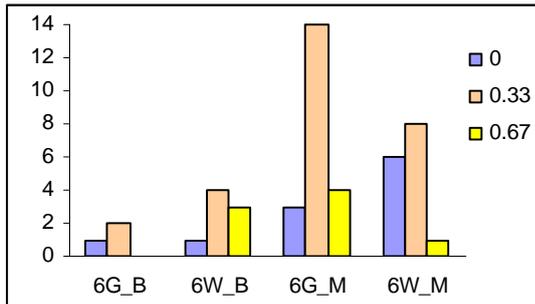


Tab. 27: Richtige Lösungen ausgewählter Aufgaben (vgl. Tab. 19) differenziert nach Klassen

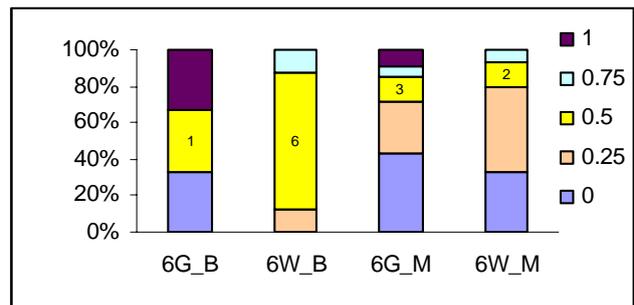
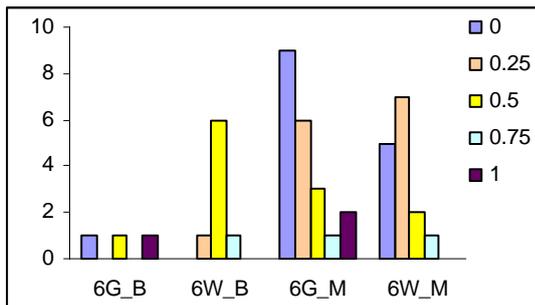
### Kompetenz 1



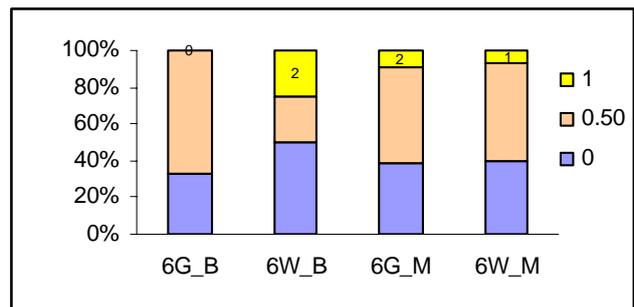
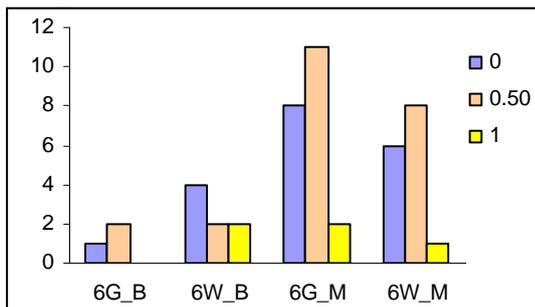
### Kompetenz 2



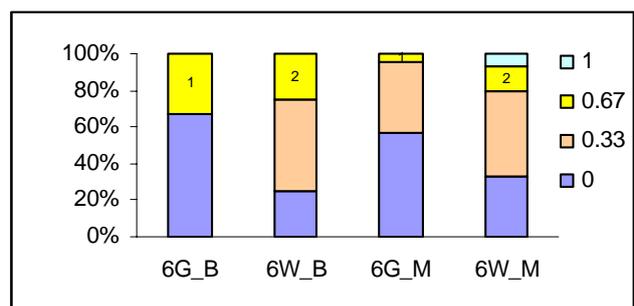
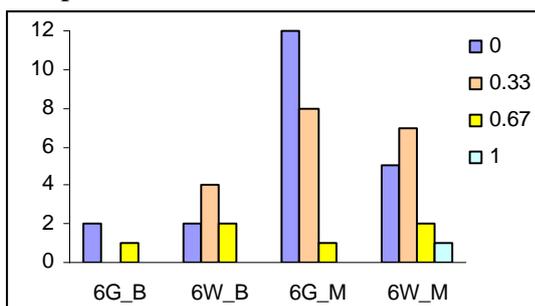
### Kompetenz 3



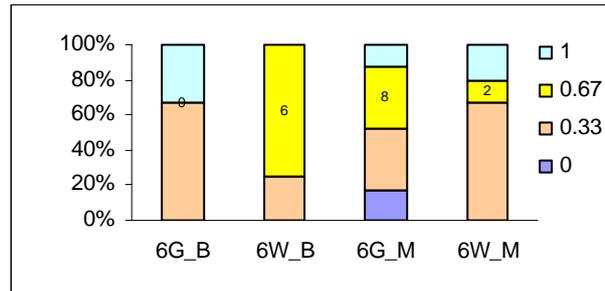
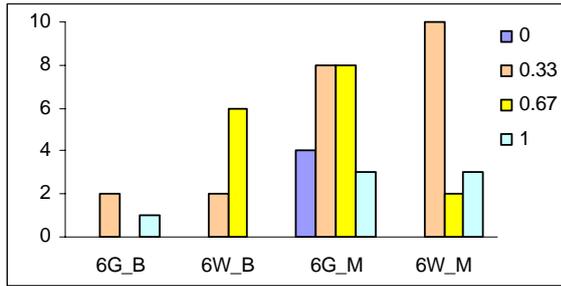
### Kompetenz 4



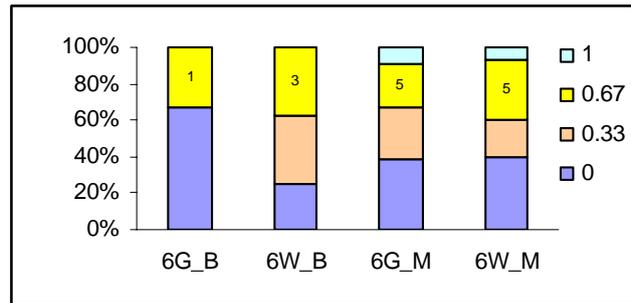
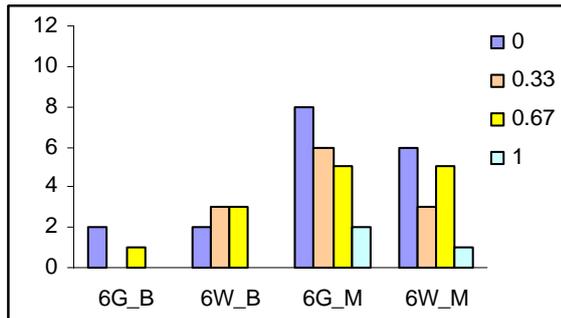
### Kompetenz 5



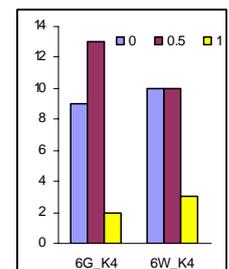
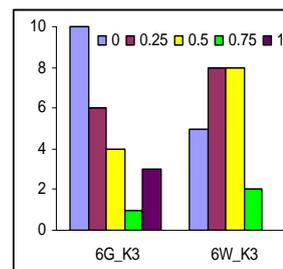
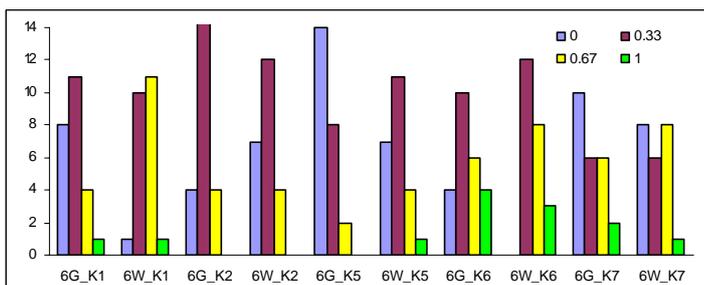
## Kompetenz 6



## Kompetenz 7



Tab. 28: Grad der Kompetenzerreichung bezogen auf Klasse und Geschlecht



Tab. 29: Grad der Kompetenzerreichung bezogen auf die Klasse

## Mögliche Interpretation:

Die deutlichen Unterschiede bei einzelnen Aufgaben könnten daher auf die Beschäftigung mit dem CBR zurückgeführt werden. Für eine fundierte Interpretation müssten die herausgearbeiteten Unterschiede mit den Aufgaben, die die Schüler/innen mit der Technologie gelöst haben, verglichen werden.

Es stellt sich die Frage, warum die Schüler/innen der 6G-Klasse bei einzelnen Aufgaben (es sind dies immer Aufgaben, wo etwas gerechnet werden muss) besser sind. Dabei wäre es sinnvoll, die Schüler/innen der Versuchsklasse kurze Protokolle schreiben zu lassen, wie sie das „Graph-Match“ durchgeführt haben. Haben Sie den Grafen studiert und dann überlegt, mit welcher Geschwindigkeit sie gehen müssen, oder haben sie einfach ausprobiert und dann gesehen, ob es passt oder nicht? Interessant wäre auch, wie die Schüler/innen ihre eigenen Kompetenzen einschätzen. Das könnte man sie qualitativ noch fragen. Dann wäre interessant zu schauen und zu

vergleichen, ob der Zeitraum der Beschäftigung und die Aufgaben in den beiden Klassen gleich oder vielleicht doch verschieden waren.

Einiges an weiterer Erkenntnis wird der Nachtest bringen: Schüler/innen, die nur zufällig etwas angekreuzt und zufällig das Richtige herausgefunden haben, filtern wir damit heraus, da sie sicher nicht mehr wissen, was sie angekreuzt haben.

Viel weitere Information bringt auch sicher noch der abschließende Motivations- und Einstellungstest.

Interessant sind die Unterschiede zwischen Mädchen und Burschen in den beiden Klassen aber auch zwischen den beiden Klassen. Es stellt sich die Frage, ob sich diese Unterschiede auch sonst und auch in anderen Fächern bemerkbar machen, oder ob wir das beim Motivationstest genauer herausbekommen oder zumindest einen Hinweis dafür finden.

### Auswertungen des Nachtests

	0	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Gesamt
6G Burschen	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		3
Mädchen	1	1	2	0	3	3	3	2	2	1	1	1	1	0		21
Gesamt	1	1	3	1	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1		24
6W Burschen				0	0	0		3	1	1	1	1	1		0	8
Mädchen				4	1	4		1	3	0	1	0	0		1	15
Gesamt				4	1	4		4	4	1	2	1	1		1	23

Tab. 30: Punkte beim Follow-Up-Test (aufgeschlüsselt nach Klasse und Geschlecht)

In Tabelle 30 ist dargestellt, wie viele Mädchen und Burschen aus den beiden Klassen 6G und 6W jeweils wie viele Punkte beim Follow-Up-Test erreicht haben.

Tab. 31 zeigt die absoluten und prozentuellen Häufigkeiten.

		Häufigkeit	Prozent
Gültig	3	2	4,3
	4	6	12,8
	5	4	8,5
	6	6	12,8
	7	3	6,4
	8	6	12,8
	9	4	8,5
	10	4	8,5
	11	5	10,6
	12	2	4,3
	13	2	4,3
	14	2	4,3
	15	1	2,1
	Gesamt	47	100,0

Tab. 31: Absolute und prozentuelle Häufigkeit der Punkte beim Follow-Up-Test für die beiden Klassen.

FU_gesamt		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Gesamt
6G	Kges 0	0	0	1	0		0	0	0	0			0	0	1
	1	0	1	0	0		0	0	0	0			0	0	1
	3	1	0	0	1		1	0	0	0			0	0	3
	4	0	1	0	0		0	0	0	0			0	0	1
	5	1	1	0	0		1	0	0	0			0	0	3
	6	0	1	0	1		0	0	1	0			0	0	3
	7	0	0	0	2		1	0	0	0			0	0	3
	8	0	0	1	1		0	0	0	0			0	0	2
	9	0	0	0	0		1	0	0	0			0	1	2
	10	0	0	0	0		0	0	1	0			0	0	1
	11	0	0	0	0		0	0	0	1			0	0	1
	12	0	0	0	0		0	1	0	0			0	0	1
	13	0	0	0	0		0	0	0	0			1	0	1
	14	0	0	0	0		0	0	1	0			0	0	1
	Gesamt	2	4	2	5		4	1	3	1			1	1	24

6W	Kges	4	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4
		5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		6	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	4
		8	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3
		9	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	5
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		11	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
		12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	Gesamt		2	2	1	3	2	3	1	4	2	2	1	23

Tab. 32: Punkte beim Follow-Up-Test in Abhängigkeit von den erreichten Punkten beim Kinematik-Endtest

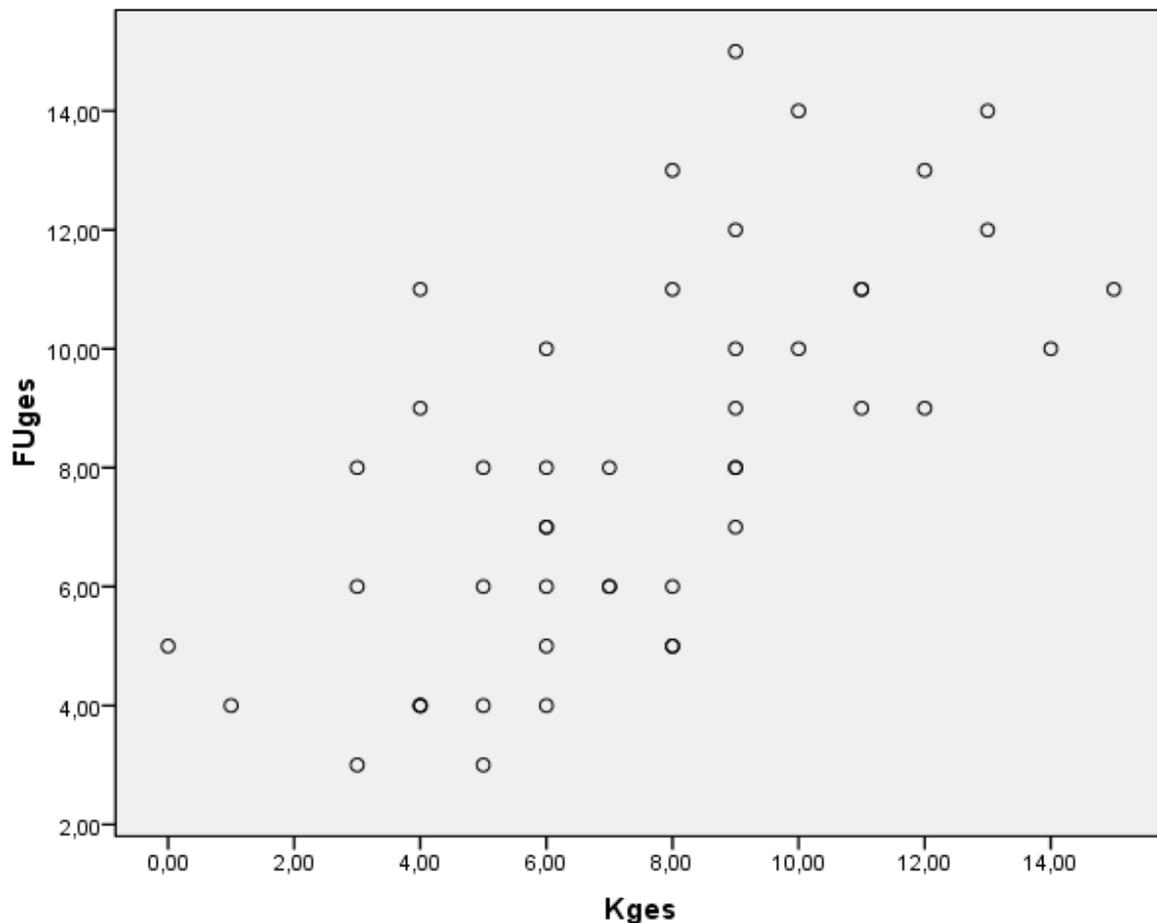


Abb. 30: FU\_gesamt in Abhängigkeit von K\_ges (Punkte beim Kinematik-Test)

In Tab. 32 und in Abb. 30 ist der Zusammenhang zwischen den Punkten beim Endtest und beim Follow-Up-Test dargestellt. In Abb. 30 vermutet man einen proportionalen Zusammenhang; je mehr Punkte beim Endtest, desto mehr Punkte erreicht der Schüler/die Schülerin beim Follow-Up-Test. Die Zahlenwerte in Tab. 33 zeigen aber, dass es keinen einfachen Zusammenhang gibt.

**Bericht**

Klasse		Kges	FUges
6G	Mittelwert	6,7500	7,2083
	N	24	24
	Standardabweichung	3,61458	3,25682
6W	Mittelwert	8,0870	8,9565
	N	23	23
	Standardabweichung	3,05871	2,99208

Tab. 33: Mittelwerte der beiden Klassen beim Kinematiktest und beim Follow-Up-Test

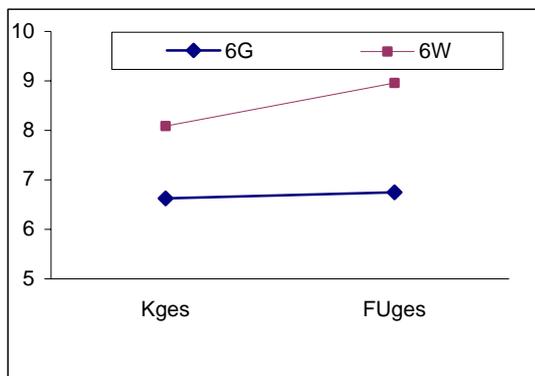


Abb. 31: Mittelwerte der Punkte beim Kinematiktest und beim Follow-Up-Test

Tab. 33 und Abb. 31 geben einen Überblick über die Mittelwerte der Punkte bei den beiden durchgeführten Tests. In der Klasse 6W werden im Mittel mehr Punkte erreicht. Während in der 6G-Klasse die Steigerung von Kinematk-Test zu Follow-Up-Test ca.0,45 Punkte beträgt, ist die Steigerung in der 6W-Klasse etwa doppelt so groß.

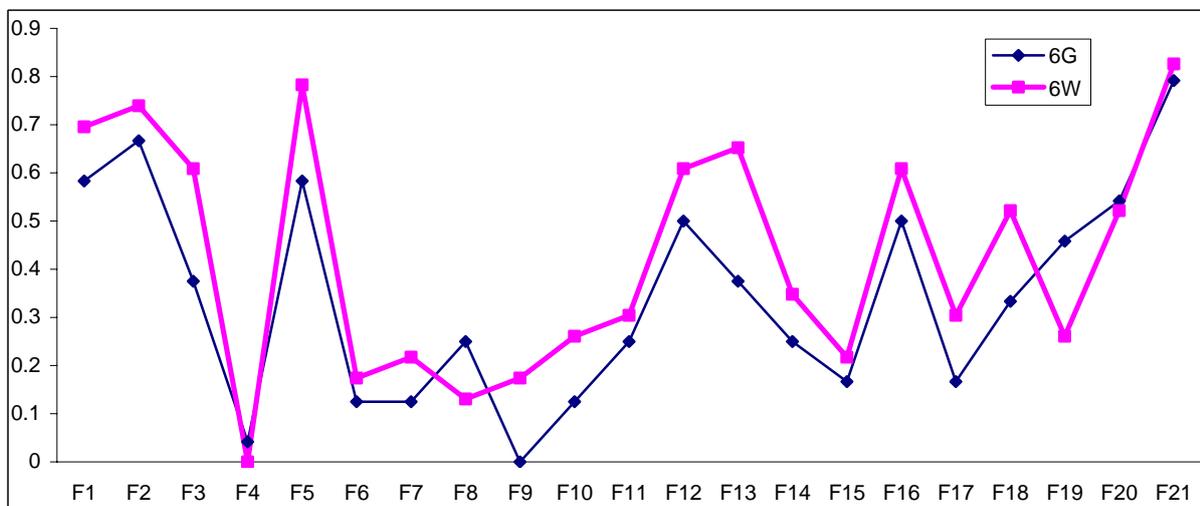


Abb. 32: Relative Lösungshäufigkeit der Aufgaben beim Follow-Up-Test in den beiden Klassen 6G und 6W

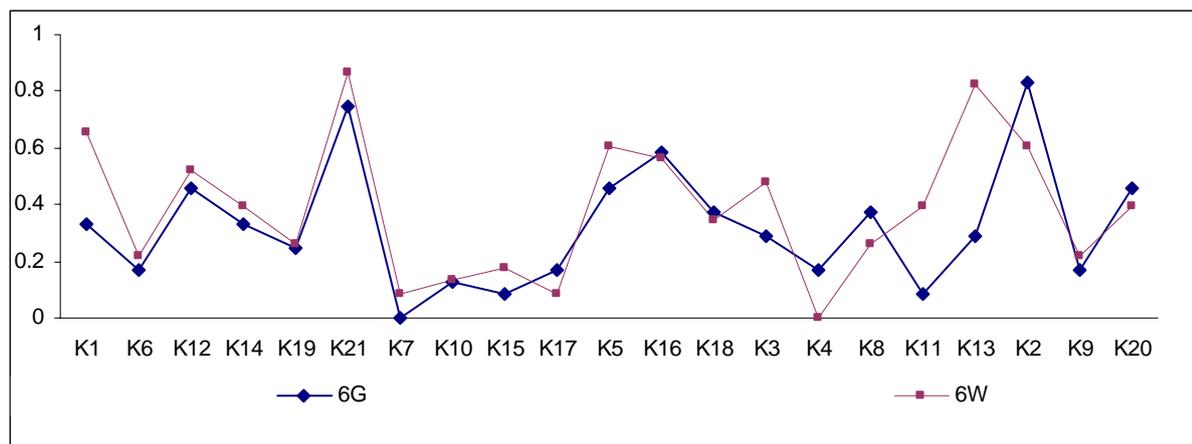


Abb. 33: Relative Lösungshäufigkeit der Aufgaben beim Kinematik-Test in den beiden Klassen 6G und 6W

## Motivations-Fragebogen

Bezogen auf die Fragen aus dem Fragebogen wurden 14 Skalen gebildet.

Skala	Bezeichnung	Anzahl der Items	Fragen aus dem Fragebogen	Reliabilität (Cronbachs $\alpha$ )
SR	Selbstregulation des Lernens in Physik	4	7 bis 10	0.689
SKG	Generelles schulisches Selbstkonzept	4	11 bis 14	0.726
SKF	Fachspezifisches Selbstkonzept (Physik)	4	15 bis 18 (umcodiert)	0.719
SKC	Computerspezifisches Selbstkonzept	4	19 bis 22 ( 20 umcodiert)	0.541
SWG	Selbstwirksamkeitserwartung im Fach Physik	4	23 bis 26	0.797
SWC	Computerspezifische Selbstwirksamkeitserwartung	4	27 bis 30	0.707
FEE	Fachspezifische Ergebniserwartung	7	31 bis 37 (35 und 36 umcodiert)	0.657
CEE	Computerspezifische Ergebniserwartung	4	38 bis 41 (38-40 umcodiert)	0.704
FZW	Fachspezifischer Zielerreichungswert	5	42 bis 46	0.888
TA	Tätigkeitsspezifische Anreize	7	47 bis 50, 65, 68, 69	0.831

IL	Interessantheit der Lernumgebung	6	51 bis 56	0.864
KL	Kompetitives Lernen	4	61 bis 64	0.812
KE	Kompetenzerleben	10	71, 75, 76, 78 bis 80, 83, 85, 87 bis 89	0.906
AU	Autonomieerleben	5	72 bis 74, 82,86	0.783

Als abhängige Variable wurden 3 weitere Skalen definiert

Skala	Bezeichnung	Anzahl der Items	Fragen aus dem Fragebogen	Reliabilität (Cronbachs $\alpha$ )
EZ	Erfolgszuschreibung	10	130 bis 139	0,896
KLA	Kognitive Lernaktivitäten	17	70, 84, 115 bis 129	0.942
QM	Qualität der Lernmotivation	20	89 bis 93, 110 bis 114	0.922

**Einteilung der Schüler/innen der 6W-Klasse in Cluster** (vgl. Abb. 34) – bezogen auf das computerspezifische Selbstkonzept SKC, die computerspezifische Selbstwirksamkeitserwartung SWC und die computerspezifische Ergebniserwartung CEE (siehe Fragen 19 bis 22, 27 bis 30 und 38 bis 41 aus dem Fragebogen zu Lernmotivation und Interesse im Physikunterricht).

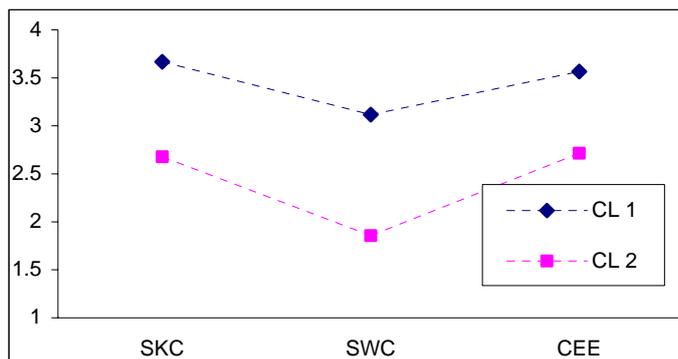


Abb. 34: Clustereinteilung bezogen auf SKC, SWC und CEE

Es lassen sich in der 6W-Klasse zwei relativ homogene Gruppen finden, die sich untereinander deutlich in den drei Variablen SKC, SWC und CEE unterscheiden. Im Cluster 1 (68,2% der Schüler/innen) befinden sich Lernende, die angeben, dass sie sich sehr gut mit dem Computer auskennen und sehr gut mit neuen Technologien zurecht kommen und dass sie auch eventuell auftretende Probleme sehr gut meistern können. Sie meinen auch, dass sie gut mit der

Technologie arbeiten können und sich Wissen mit Hilfe der Technologie selbst aneignen können. Bei den Schülern/innen der Gruppe 2 ( 31,8% aller Schüler/innen) sind die Einschätzungswerte für alle Kategorien deutlich niedriger.

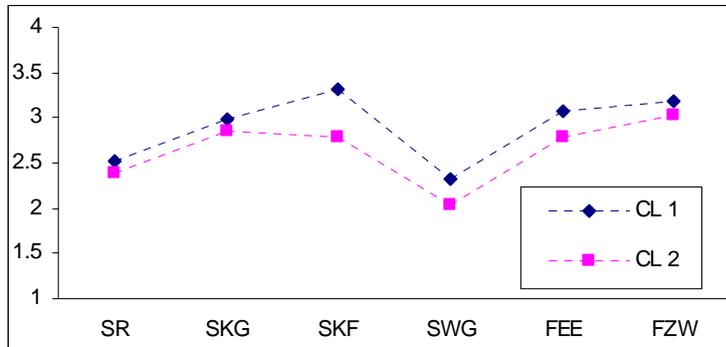


Abb. 35: Mittelwerte der Cluster 1 und 2 für die 6W-Klasse für sechs Skalen

Abbildung 35 zeigt eine Übersicht der Schüler/inneneinschätzungen bezogen auf die Selbstregulation des Lernens (Fragen 7 bis 10), das generelle Selbstkonzept der Begabung (Fragen 11 bis 14), das fachspezifische Selbstkonzept (Fragen 15 bis 18), die generelle Selbstwirksamkeitserwartung (Fragen 23 bis 26), die fachspezifische Ergebniserwartung (Fragen 31 bis 37) und den fachspezifischen Zielerreichungswert (Fragen 42 bis 46). Die Einschätzungen der Schüler/innen aus Cluster 1 liegen bei allen Skalen deutlich über den Werten der Schüler/innen aus Cluster 2; am größten ist die Differenz beim fachspezifischen Selbstkonzept.

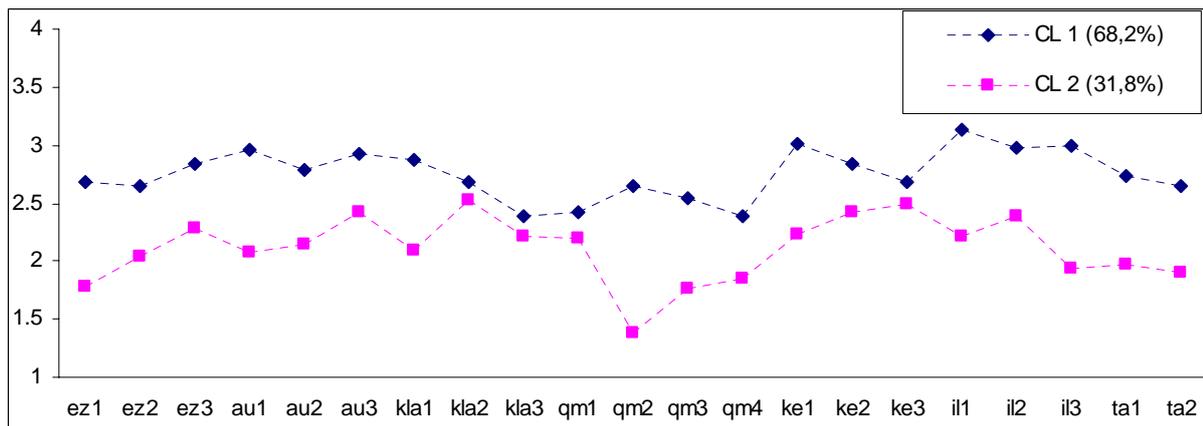


Abb. 36: Mittelwerte der Cluster 1 und 2 für die 6W-Klasse für die Skalen EZ, AU, KLA, QM, KE, IL und TA

Skala	Dimensionen
Erfolgszuschreibung EZ	Lernprogramme EZ1, Eigene Kompetenz EZ2, Lernverhalten(Anstrengung, Konzentration) EZ3
Autonomieunterstützung AU	Zeiteinteilung AU1, Inhaltliche Offenheit und Freiheiten AU2, Eigenständiges Arbeiten AU3
Kognitive Lernaktivitäten KLA	Nachvollziehende Elaborationen KLA1, Vertiefende Elaborationen KLA2, Organisierende Elaborationen KLA3
Qualität der Lernmotivation QM	Fachspezifisches Interesse QM1, Lernen fällt leichter QM2, Intrinsische Motivation QM3, Faszination & exploratives, selbstständiges Arbeiten QM4
Kompetenzerleben KE	Selbstständig Lösungen finden KE1, Selbstkontrolle des Lernens KE2, Herausforderungen KE3
Interessantheit der Lernumgebung IL	Macht trockenen Stoff interessant IL1, Selbst aktiv sein können IL2, Selbstständiges Forschen und Entdecken IL3
Tätigkeitsanreize TA	Anregungen und Rückmeldungen TA1, Lernen selbst gestalten TA2

Tab.34: Verwendete Skalen und Dimensionen<sup>2</sup>

Die Darstellung in Abb. 36 gibt die Einschätzungen der Schüler/innen bezogen auf die Dimensionen der sieben in Tab. 34 definierten Skalen wieder. Schüler/innen mit einem höheren computerspezifischen Selbstkonzept, einer höheren computerspezifischen Selbstwirksamkeitserwartung und einer höheren computerspezifischen Ergebniserwartung weisen auch bei allen Dimensionen der sieben Skalen teilweise viel höhere Werte auf.

Cluster	Häufigkeit	Prozent	Kges	FUges
1	6	26,1	12,0000	11,6667
2	9	39,1	5,0000	6,7778
3	8	34,8	8,6250	9,3750
Gesamt	23	100,0		

Tab. 35: Clustereinteilung nach der Punktezahl beim Kinematiktest sowie Mittelwerte bei den beiden Tests

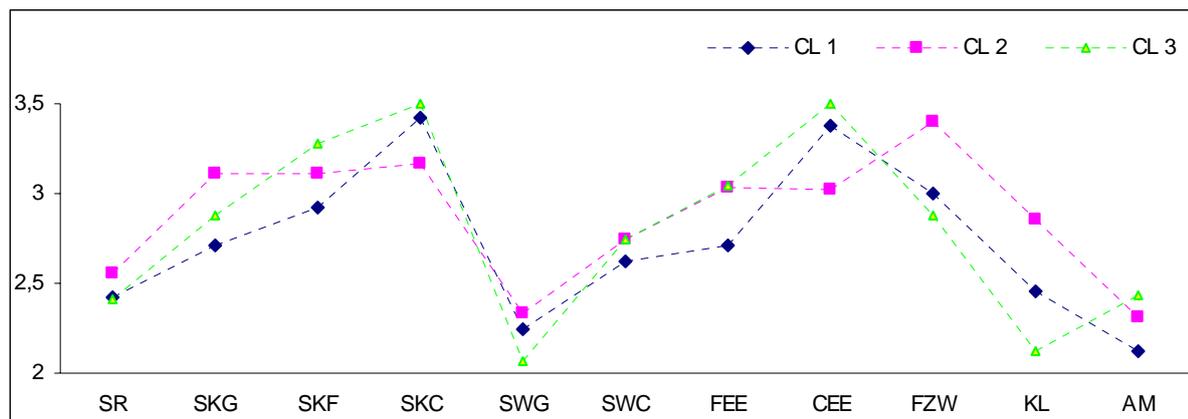


Abb. 37: Skalenmittelwerte in Abhängigkeit der Clustereinteilung von Tab. 34

Abb. 37 zeigt, dass praktisch kein Zusammenhang zwischen den Daten aus dem Motivationstest und den Leistungen beim Kinematik und Follow-Up-Test hergestellt werden kann.

<sup>2</sup> Es wurden Reliabilitätsanalysen für die Skalen und Faktorenanalysen durchgeführt.

Schüler/innen aus Cluster 2 (entspricht den niedrigsten Werten beim Kinematik-Test) weisen die höchsten Werte beim generellen Selbstkonzept, beim fachspezifischen Zielerreichungswert und beim kompetitiven Lernen auf.

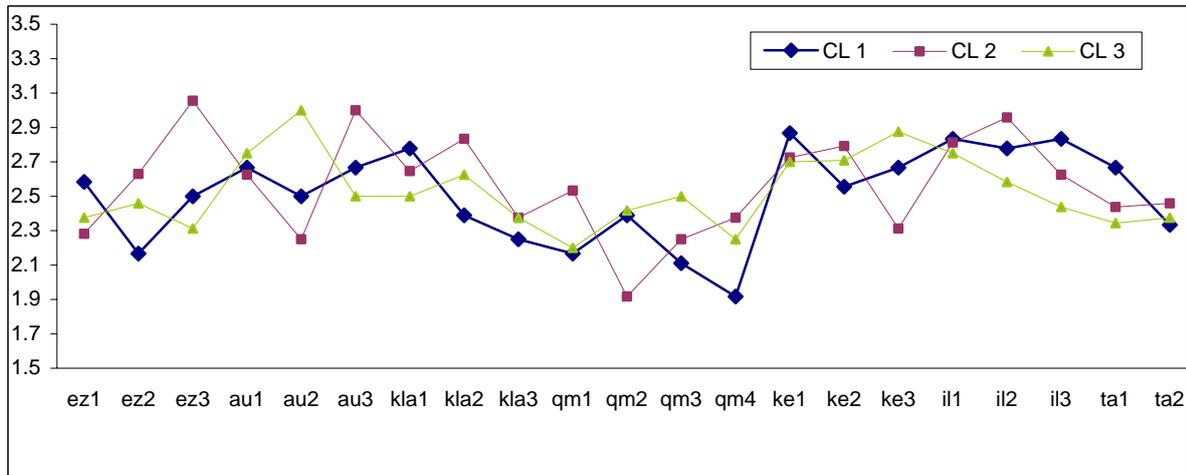


Abb. 38: Mittelwerte der Faktoren der Skalen EZ, AU, KLA, QM, KE, IL und TA (vgl. Tab. 33)

Etwas mehr Informationen und mögliche Hinweise auf Zusammenhänge liefert Abb. 38. Schüler/innen mit schwachen Testergebnissen weisen im Mittel geringere Einschätzungen als ihre Klassenkameraden/innen in folgenden Bereichen auf: Sie führen ihre Erfolge auf eigene Anstrengung und Konzentration und eigene Kompetenz zurück und meinen, dass die verwendete Technologie eher einen geringeren Einfluss auf ihre Lernergebnisse hat. Sie schätzen, – wie alle Kollegen/innen auch – dass sie sich die Zeit beim Arbeiten mit neuen Technologien eher selbst einteilen können und schätzen die Möglichkeiten des eigenständigen Arbeitens, können aber mit den inhaltlichen Freiheiten nicht so viel anfangen. Bei den Werten für vertiefende Elaborationen und fachspezifischem Interesse sowie beim selbstaktiven Arbeiten in der Lernumgebung und dem Selbstgestalten des Lernens weisen die Schüler/innen der Gruppe 2 die absolut höchsten Einschätzungen auf. Das Lernen mit neuen Technologien fällt Schülern/innen der Gruppe 2 nicht leichter und sie finden beim Arbeiten mit neuen Medien auch eher wenig Herausforderungen und Anregungen für eigene Fragestellungen.

	SKG	SKF	SKC	SWG	SWC	CEE	FZW	TA	IL	KL	KE	AM	QM	AU	EZ
SKG	1,000														
SKF	,747**	1,000													
SKC		,590**	1,000												
SWG	,521*	,614**	,502*	1,000											
SWC			,822**		1,000										
CEE		,463*	,744**		,542**	1,000									
FZW	,419*						1,000								
TA			,506*		,745**			1,000							
IL			,507*		,757**			,842**	1,000						
KL	,593**			,421*			,747**			1,000					
KE			,493*		,693**			,708**	,752**		1,000				
AM			,613**		,684**	,579**		,710**	,789**		,451*	1,000			
QM			,639**		,763**	,510*		,732**	,804**		,645**	,876**	1,000		



Leider haben nur 8 Schüler/innen aus der 6G-Klasse den Motivationsfragebogen ausgefüllt. Auf Basis dieser Daten (23 Schüler/innen aus der 6W-Klasse und 8 Schüler/innen aus der 6G-Klasse) wurde eine Clusterbildung bezogen auf das generelle Selbstkonzept eigener Begabung, das fachspezifische Selbstkonzept (für Physik) sowie auf die generelle Selbstwirksamkeitserwartung durchgeführt. Tab. 37 zeigt die Mittelwerte für die ausgewählten Skalen sowie die Anzahl der Schüler/innen in den drei Clustern (vgl. auch Abb. 39).

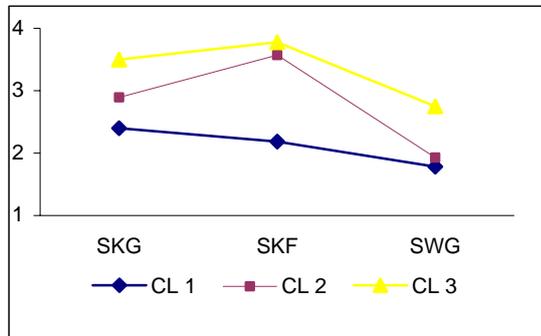


Abb. 39: Clusterbildung bezogen auf SKG, SKF und SWG

Cluster	Klasse		FEE	FZW	KL	KE	AU	QM	KLA	EZ
1	6G	Mittelwert	2,2857	2,8500	1,9375	2,8667	2,0000	1,7250	1,3333	2,7000
		N	4	4	4	3	4	2	3	2
	6W	Mittelwert	2,5429	2,9091	2,1364	2,6909	2,1818	2,1727	2,1818	2,4455
		N	10	11	11	11	11	11	11	11
2	6G	Mittelwert	2,8571	3,4000	1,6667	2,7000	,6667	2,3000	1,3333	1,9000
		N	3	3	3	1	3	1	3	1
	6W	Mittelwert	3,2143	3,0000	2,3750	2,6000	2,2500	2,0375	2,0000	1,9500
		N	4	4	4	4	4	4	4	4
3	6G	Mittelwert	3,2857	1,0000	1,0000	2,1000	2,0000	1,6000	3,0000	
		N	1	1	1	1	1	1	1	
	6W	Mittelwert	3,3214	3,4500	3,0625	2,8429	2,0000	2,3857	1,8750	2,5429
		N	8	8	8	7	8	7	8	7

Tab. 38: Mittelwerte ausgewählter Skalen bezogen auf die Clustereinteilung aus Tab. 36

Da aus der 6G-Klasse nur ein Drittel der Schüler/innen den Motivations-Fragebogen ausgefüllt hat, lassen sich aus Tab. 38 keine seriösen Ergebnisse ableiten.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
6G	,3333	,8333	,2917	,1667	,4583	,1667	,0000	,3750	,1667	,1250	,0833	,4583	,2917	,3333	,0833	,5833	,1667	,3750	,2500	,4583	,7500
6W	,6522	,6087	,4783	,0000	,6087	,2174	,0870	,2609	,2174	,1304	,3913	,5217	,8261	,3913	,1739	,5652	,0870	,3478	,2609	,3913	,8696
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21
6G	,5833	,6667	,3750	,0417	,5833	,1250	,1250	,2500	,0000	,1250	,2500	,5000	,3750	,2500	,1667	,5000	,1667	,3333	,4583	,5417	,7917
6W	,6957	,7391	,6087	,0000	,7826	,1739	,2174	,1304	,1739	,2609	,3043	,6087	,6522	,3478	,2174	,6087	,3043	,5217	,2609	,5217	,8261

Tab. 39: Relative Lösungshäufigkeit der Fragen beim Kinematik- und Follow-Up-Test

## *Abschließende Zusammenfassung*

Aus dem Vortest in beiden Klassen ergeben sich keine gravierenden Unterschiede, d.h. die beiden Klassen sind miteinander vergleichbar.

Es stellt sich die Frage, was zwischen Kinematiktest und Follow-Up-Test in beiden Klassen wiederholt oder geübt wurde; das müsste man in die Interpretation einbeziehen, da bei einzelnen Schülern/innen Unterschiede zwischen Kinematiktest und Follow-Up-Test vorhanden sind.

Auch aus dem Lehrerfragebogen können keine direkten Rückschlüsse auf die Leistungen beim Kinematiktest und Follow-Up-Test abgeleitet werden.

Leider haben nur 8 Schüler/innen aus der 6G-Klasse den Motivations-Fragebogen ausgefüllt; damit ergibt sich die Schwierigkeit, dass wir diese Daten nicht gut zum Vergleich der beiden Klassen verwenden können, da nur ein Drittel der Schüler/innen dieser Klasse Einschätzungen abgegeben hat und wir nicht wissen, ob das die motivierten, unmotivierten oder durchschnittliche Schüler sind.

Auf jeden Fall lässt sich kein Zusammenhang zwischen den Leistungen der Schüler/innen und der Lernmotivation aus den Daten ableiten.

Auf jeden Fall können starke bis sehr starke Korrelationen zwischen dem computerspezifischen Selbstkonzept, der computerspezifischen Selbstwirksamkeitserwartung, der computerspezifischen Ergebniserwartung, der Interessantheit der Lernumgebung, den Tätigkeitsanreizen, dem Kompetenzerleben sowie der Anstrengung und der Qualität der Lernmotivation aus den Daten gewonnen werden. Es besteht aber auch wenig Zusammenhang mit den kognitiven Lernaktivitäten, was auch ein Hinweis sein kann, dass Schüler/innen der vertiefenden Elaboration der Lerninhalte zuwenig Bedeutung zumessen und was sich auch in schwachen Leistungen beim Endtest widerspiegelt.

Das computerspezifische Selbstkonzept, die computerspezifische Selbstwirksamkeitserwartung und die computerspezifische Ergebniserwartung beeinflussen das fachspezifische Interesse, die intrinsische Motivation und die Faszination explorativ und selbstständig zu arbeiten positiv. Ebenso beschreiben die Schüler/innen dieser Gruppe, dass das Lernen leichter fällt, dass sie selbstständig Lösungen finden können und dass durch das Lernen mit neuen Medien auch trockener Stoff in Physik interessanter wird, da sie aufgrund der Rückmeldungen des Computers zu neuen Fragen angeregt werden und damit selbstständiges sowie forschendes und entdeckendes Lernen möglich wird.

Die Aufgaben 5, 13 und 17 betreffen Kompetenz 1 (Geschwindigkeit aus einem Zeit-Weg-Diagramm ermitteln). Diese Aufgaben werden insgesamt von der 6W-Klasse sowohl im Kinematik- wie auch im Follow-Up-Test besser gelöst.

Einem gegebenen Grafen die passende Beschreibung zuordnen wird ebenfalls insgesamt von den Schülern/innen der 6W-Klasse besser gelöst (vgl. Aufgaben 3, 8 und 21). Nur die Aufgabe 8 können nur halb so viele Schüler/innen in der 6W-Klasse im Vergleich zur 6G-Klasse richtig lösen.

Auch bei den Aufgaben 2, 6 und 7 (Beschleunigung aus Zeit-Geschwindigkeits-Diagramm bestimmen) haben die Schüler/innen der 6W-Klasse im Follow-Up-Test bessere Ergebnisse. Bei den Aufgaben 1, 4, 19 und 20 (Weg aus Zeit-Geschwindigkeits-Diagramm bestimmen) haben die Schüler/innen der 6G-Klasse mehr richtige Lösungen. Eine Ausnahme bildet die Aufgabe 1, bei der die Schüler/innen der 6G-Klasse aber auch den Anteil richtiger Lösungen vom Kinematik- zum Follow-Up-Test um 75% steigern können.

Bei den Aufgaben 10 und 16 (Änderung der Geschwindigkeit aus Diagrammen ermitteln) haben letztlich im Follow-Up-Test die Schüler/innen der 6W-Klasse die besseren Ergebnisse. In beiden Fällen können sie die Anzahl richtiger Lösungen im Follow-Up-Test steigern, während die Schüler/innen der 6G-Klasse im Follow-Up-Test schlechter abschneiden oder gleich bleiben. Die Aufgaben 11, 14 und 15 werden von den Schülern/innen der 6W-Klasse im Follow-Up-Test ebenfalls besser gelöst; allerdings betragen die Unterschiede höchstens 10%.

Die Interpretation dieser Ergebnisse sollte noch vor dem Hintergrund des Unterrichts (d.h. der Aufgaben, die mit den Sensoren gemacht wurden) durchgeführt werden. Daraus lässt sich dann argumentieren, dass Unterschiede zwischen den beiden Klassen vor allem bei Kompetenz 1 auftreten. Dass aber auch die Verbesserungen im Follow-Up-Test in der 6W-Klasse etwas deutlicher ausfallen; das könnte ebenfalls auf die Visualisierungen zurückzuführen sein. Wichtig wäre im Bericht anzuführen, welche Aufgaben die Schüler/innen mit dem CBR lösen mussten und ob in beiden Klassen der Zeitraum für den durchgenommenen Lehrstoff vergleichbar war.

## FRAGEBOGEN zum IMST-Projekt

### „Messwerterfassung und Modellbildung im Mathematikunterricht“

Die folgenden Fragen betreffen die durchgeführten Messungen zu den Themen „**Kondensator entladen**“, „**Magnetische Induktion**“ und „**Abkühlkurven**“.

Bitte jeweils die zutreffende Antwort ankreuzen!

- 1) Interessieren dich anwendungsorientierte Aufgabenstellungen im Mathematikunterricht mehr als „innermathematische“ Aufgaben?

ja	eher ja	eher nein	nein
3	2	7	3

- 2) Prägst du dir das bei anwendungsorientierten Aufgaben Erlernte langfristig besser ein?

ja	eher ja	eher nein	nein
1	6	6	2

- 3) Findest du physikalische Anwendungen im Mathematikunterricht interessant?

ja	eher ja	eher nein	nein
4	4	4	3

Bitte eine kurze Begründung angeben:

- 4) Haben die oben angeführten Messungen (zumindest kurzfristig) zu einer erhöhten Motivation im Mathematikunterricht geführt?

ja	eher ja	eher nein	nein
2	2	8	3

- 5) Haben die oben angeführten Messungen (zumindest kurzfristig) zu einer erhöhten Motivation im Physikunterricht geführt?

ja	eher ja	eher nein	nein
2	4	7	2

Führe bitte (sofern du dich erinnern kannst) an, in welchem mathematischen Kontext (Kapitel) folgende Messungen gemacht wurden und welche mathematisch-physikalische Inhalte du dir davon gemerkt hast!

Entladen eines Kondensators:

Magnetische Induktion:

Abkühlvorgänge:

*Bitte wenden!*

Weitere Rückmeldungen zu diesen Messungen / Auswertungen:

Entladen eines Kondensators:

Magnetische Induktion:

Abkühlvorgänge:

Allgemeine Rückmeldungen zu diesem Projekt: