

Pilottest unterzogen und danach in Kooperation mit der Schulleitung und beteiligten Lehrerinnen und Lehrern revidiert.

Bei den anschließenden Evaluationsbesuchen seit November 1999 wurden die Erhebungen mit den revidierten Fragebögen und Interviewleitfäden stärker standardisiert. Weiterhin wurden zufällig ausgewählte Unterrichtseinheiten für die spätere Analyse auf Video aufgezeichnet. Neben den beiden Klassen der Kohorte K1 wurden ab diesem Zeitpunkt zusätzlich auch Erhebungen in den drei neu ins Projekt gestarteten Klassen der Kohorte K2 durchgeführt. Im Sommer 1999 wurde eine schriftliche Vorbefragung in dieser Kohorte durchgeführt (vgl. 7.3). Seit September 2000 wurde Kohorte K3 einbezogen. Eine Übersicht über die am Projekt beteiligten Kohorten und die Untersuchungszeitpunkte gibt in Abbildung 10 in Abschnitt 6.1.

Teilstudie	Design	Untersuchungs-instrument	Stichprobe	Befragungszeitpunkt
<i>Teilstudie I:</i> a) Fragebogen- untersuchung mit Schülern	Voruntersuchung und wiederholte Messungen	Fragebogen	224 Laptopschüler aus Kohorte 1-3 (Vollerhebung)	vor Beginn des Projekts und jeweils am Ende eines Schuljahrs (1999- 2001)
b) Fragebogen- untersuchung mit Lehrern	Voruntersuchung (wiederholte Messungen waren geplant)	Fragebogen	17 Lehrer der Kohorten 1-3	vor Beginn des Projekts (und jeweils am Ende eines Schuljahrs (1999- 2001))
<i>Teilstudie II:</i> a) Qualitative Schülerbefragung	Wiederholte Befragung (Schülergruppen à 4 Schüler)	Leitfaden- gestütztes Interview	60 Laptopschüler (15 Gruppen) aus Kohorte 1, 2 und 3	9 Zeitpunkte über den Erhebungszeitraum verteilt (1999-2001)
b) Qualitative Lehrerbefragung	Wiederholte Befragung (Einzelinterviews)	Leitfaden- gestütztes Interview	33 Interviews mit 19 verschiedenen Lehrerinnen und Lehrern aus Kohorte 1-3	9 Zeitpunkte über den Erhebungszeitraum verteilt (1999-2001)
<i>Teilstudie III:</i> Unterrichtsbeobachtung	Kontrollgruppendesign (Stunden mit vs. ohne Laptop) mit wieder- holten Messungen (nur Laptopklassen)	Video- Aufzeichnung von Unterrichts- stunden	45 Unterrichtseinheiten (24 mit Laptop, 21 ohne Laptop) aus Kohorte 1-3	10 Zeitpunkte über den Erhebungszeitraum verteilt (1999-2001)

Tab. 8: Teilstudien der Evaluationsuntersuchung

Tabelle 8 zeigt Rahmendaten für die drei in den nachfolgenden Abschnitten ausführlich dargestellten Teilstudien des Projekts.

## 7. Teilstudie I: Deskriptive Fragebogenuntersuchung

### 7.1 Methode

Die Fragebogenuntersuchung dient vorrangig der Beschreibung des Einsatzes der Laptops im Verlauf des Projekts. Dies umfasst zum einen die Nutzungshäufigkeit und den Einsatz von Software sowie eine globale Beurteilung verschiedener Unterrichtsmerkmale. Weiterhin

wurde die Akzeptanz für das Projekt erfragt. Neben der längsschnittlichen Ermittlung von Veränderungen über die Projektlaufzeit wurde in dieser Teilstudie weiterhin erkundet, ob kohortenspezifische Unterschiede auftraten. Durch die kontinuierliche Beobachtung und den Vergleich der unterschiedlichen Kohorten wurde versucht, solche Muster erkennbar zu machen, die kohortenspezifisch waren und solche, die sich unabhängig von Kohorte, Klasse, Fach oder Lehrer als typische mit mobilen Computern verbundenen Nutzungsformen und Unterrichtspraktiken herauskristallisierten.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden aus dieser Teilstudie diejenigen Ergebnisse berichtet, die dem Leser einen Einblick in die Ausgangslage und den Ablauf der Projekts geben. Darüber hinaus werden Ergebnisse dargestellt, die sich mit den in Kapitel 2.1.2 herausgearbeiteten Unterrichtsdimensionen in Verbindung bringen lassen. Da es in dieser Untersuchung primär um den schulischen Einsatz der Laptops und das Innovationspotenzial von Laptops im Unterricht geht, werden die Ergebnisse zur häuslichen Nutzung der Geräte, zur Motivationslage der Schüler und zur Akzeptanz des Projekts an dieser Stelle nicht berichtet (vgl. Kap. 5).

### 7.1.1 Untersuchungsinstrumente

Zur Befragung der Schüler wurde ein 67 Items umfassender Fragebogen konstruiert (vgl. Anhang 1). Mittels 6-stufiger Ratingskalen sowie einer Einschätzung der durchschnittlichen Nutzungszeit pro Woche wurde die Häufigkeit der Laptopnutzung in der Schule und für die Hausaufgaben sowie in der Freizeit erfasst. Darüber hinaus wurden die Schüler gebeten anzugeben, wie häufig sie andere Computer als den Laptop in ihrer Freizeit nutzten. Im zweiten Teil des Fragebogens wurden mittels eines semantischen Differentials Einschätzungen der Schüler in bezug die von ihnen wahrgenommenen Unterrichtsveränderungen und ihre Akzeptanz des Laptop-Projekts erfragt. Anschließend wurden die Schüler gebeten, die Häufigkeit vorgegebener Computernutzungen im Unterricht und in ihrer Freizeit auf einer fünfstufigen Ratingskala einzuschätzen. Diese Items wurden mit Blick auf die in diesem Projekt genutzte Anwendungssoftware sowie in Anlehnung an in ähnlichen Untersuchungen gefundene Nutzungsformen formuliert (vgl. Kap. 3 und 4). Das semantische Differential sowie die Ratingskala zur Einschätzung der Häufigkeit der Computernutzungen wurden in Anlehnung an Bortz und Döring (1995) so konstruiert, dass die für die Ankerpunkte angenommen werden kann, dass diese äquidistant sind. Für die mit diesen Skalen gewonnenen Daten wird Intervallniveau angenommen. Für alle weiteren Daten wird Ordinal- oder Nominalniveau angenommen. Weiterhin enthielt der Fragebogen Items mit offener Beantwortung,

in denen die Schüler gebeten wurden, Lob und Kritik am Laptop-Projekt frei zu äußern. Demographische Daten, die in dieser Teilstudie erhoben wurden, betrafen die Klassenstufe, das Alter, das Geschlecht, den Spaß an der Schule, die Lieblingsfächer und die Hobbys der Schüler.

Im Februar 1999 wurde für die Schülerinnen und Schüler der ersten Kohorte (7. Klassen des Schuljahres 98/99) eine Vorversion des Untersuchungsinstruments benutzt, die Fragen zur Ausgangslage vor dem Einsatz des Laptops sowie zu ersten Erfahrungen mit dem Laptop beinhaltete. Dieser Fragebogen wurde im März 1999 nach einmonatiger Nutzung der Laptops von Schülerinnen und Schülern und ausgefüllt. Fragen, bei denen sich Unklarheiten und Mehrdeutigkeiten zeigen, wurden im Anschluss re-formuliert, um zu der im weiteren Verlauf verwendeten Endversion der Fragebögen zu gelangen.

Für die Vorbefragung wurde ein weiterer Fragebogen konstruiert, der in weiten Teilen dem oben beschriebenen Untersuchungsinstrument entsprach. Nicht enthalten waren in diesem Fragebogen die Items zu Unterrichtsveränderungen und Akzeptanz des Projekts. Stattdessen wurden die Schüler zu ihren Erwartungen und Bedenken bezüglich des Laptop-Projekts befragt (vgl. Anhang 2).

Die Fragebögen zur jährlichen Befragung und zur Vorbefragung der Lehrer waren ähnlich wie die Schülerfragebögen aufgebaut. Sie enthielten jedoch einige weitere Items zu den didaktischen Zielsetzungen des Computers im Unterricht, besuchten Fortbildungen, etc (vgl. Anhang 3).

### 7.1.2 Durchführung der Vorbefragung

Kohorte 2 war die erste Kohorte, die vor dem Einstieg in das Projekt zu ihren Computervorkenntnissen und Erwartungen bezüglich des Projekts befragt wurde. Fragebögen hierzu wurden im August 1999 per Post an die Schule gesandt, dort verteilt, ausgefüllt und wieder an die Evaluationsgruppe zurückgesandt. Die Kohorten 3 und 4 wurden mit dem gleichen Fragebogen vor Beginn des Projekts (im September 2000 bzw. September 2001) zu ihren Computervorkenntnissen und Erwartungen befragt. (Kohorte 4 wurde von der Auswertung der Ergebnisse dieser Studie ausgeschlossen, da von dieser Kohorte außer der Vorbefragung keine weiteren Daten vorlagen).

Der Beschreibung der Ausgangslage (vgl. 7.2.1) liegen 84 Fragebögen aus Kohorte 2 und 90 Fragebögen aus Kohorte 3 zugrunde. In beiden Kohorten überwog der Anteil der Mädchen mit 59% leicht gegenüber dem Anteil der Jungen (41%). Die Schüler beider Kohorten waren bei der Vorbefragung im Mittel 12,3 Jahre alt.

Die Lehrer wurden zeitgleich mit den Schülern befragt. Es wurden nur die Lehrer befragt, die eines der Hauptfächer (Mathematik, Deutsch, Englisch) in den Laptopklassen unterrichteten. Andere Lehrer wurden von der Vorbefragung ausgenommen, da für sie der Einsatz der Geräte nicht verpflichtend war und deshalb vor Projektbeginn unklar war, ob und wie häufig sie die Laptops im Unterricht nutzen würden. Die Fragebögen wurden an die Lehrer verteilt und z. T. noch während des Aufenthalts des Forscherteams in der Schule wieder eingesammelt. Lehrer, die in dieser Zeit nicht zum Ausfüllen der Fragebögen gekommen waren, schickten ihre Bögen per Post an das Forscherteam zurück.

Die Ausgangslage bei den Lehrern wird anhand von 18 Fragebögen beschrieben (vgl. 7.2.2). Von diesen entstammen 6 der ersten, 9 der zweiten und 3 der dritten Kohorte. 60% der teilnehmenden Lehrer waren männlich. Auf eine Erhebung des Alters wurde verzichtet, um die Anonymität der Befragten zu wahren.

### 7.1.3 Durchführung der Hauptbefragung

Die Schülerinnen und Schüler von Kohorte 1 wurden drei Mal (im November 1999, im Juni 2000 und im Juni 2001) mit der Endversion des Fragebogens um die Beurteilung des Projekts in den Schuljahren 7, 8 und 9 gebeten. Kohorte 2, die ein Jahr später in das Projekt einstieg, erhielt den Fragebogen zweimal (jeweils am Ende der Schuljahre im Juni 2000 und im Juni 2001) zur Beurteilung der Schuljahre 7 und 8. Kohorte 3 füllte den Fragebogen einmalig nach ihrem siebten Schuljahr im Juni 2001 aus.

Aus der Hauptbefragung liegen zum Zeitpunkt der Berichtlegung Fragebogendaten von 56 Schülerinnen und Schülern der ersten Kohorte, 84 Schülerinnen und Schülern der zweiten Kohorte und ebenfalls 84 Schülerinnen und Schülern der dritten Kohorte vor. Das Geschlechterverhältnis ist mit 48% Mädchen und 52% Jungen in der ersten Kohorte am ausgewogensten. In Kohorte 2 und 3 überwiegt, wie schon in der Vorbefragung, der Anteil der Mädchen leicht mit 58:42 (K2) und 60:40 (K3). Zum Zeitpunkt der ersten Befragung (Ende Kl. 7/Anfang Kl. 8) war die erste Kohorte mit im Mittel 13,4 Jahren etwas älter als die Kohorten 2 (12,9 Jahre) und 3 (13,0 Jahre), was mit dem etwas nach hinten verschobenen Befragungszeitpunkt in der ersten Kohorte zusammenhängt. Zum Zeitpunkt der zweiten Befragung (Ende Kl. 8) waren die Schüler beider Kohorten (1 und 2) im Mittel 14,0 Jahre alt. An der dritten Befragung nahmen nur noch Schüler der ersten Kohorte teil, deren Alter zu diesem Zeitpunkt im Mittel 15,0 Jahre betrug.

Für die Lehrer war eine zeitgleiche Befragung geplant. Es kam jedoch, vermutlich aufgrund des für die Lehrer ungünstigen Befragungszeitpunkts direkt vor Beginn der Sommerferien, zu

einem teilweise sehr schwachen Rücklauf der Fragebögen. Die lückenhafte Datenbasis erlaubt deshalb keine sinnvolle Auswertung, so dass auf die Darstellung der Ergebnisse der jährlichen Lehrerbefragung verzichtet wird.

#### 7.1.4 Auswertung

Zur Beschreibung der Ausgangslage wurden die Antworten auf die Schüler- und Lehrerfragebögen zunächst deskriptiv anhand von Häufigkeitstabellen ausgewertet. Zur Gegenüberstellung der Kohorten 2 und 3 wurden für die Schülerfragebögen darüber hinaus entsprechend des angenommenen Datenniveaus Mittelwerte und Mediane als Maße der zentralen Tendenz berechnet. Für die Lehrerfragebögen wird aufgrund der kleinen Stichprobe auf eine nach Kohorten getrennte Auswertung und auf eine Berechnung von Maßen der zentralen Tendenz verzichtet.

Die Daten der Hauptbefragung bei den Schülern wurden auf kohorteninterne Veränderungen im Verlauf der Beobachtungszeit (Längsschnittuntersuchung) und auf Unterschiede zwischen den Kohorten geprüft (Querschnittuntersuchung).

Für die Messung von Veränderungen über die drei Messzeitpunkte wurde dabei bei angenommenem Ordinalniveau der Daten der nicht-parametrische Friedman-Test für verbundene Stichproben eingesetzt (Diehl & Staufenbiel, 2001). Für die Daten, für die Intervallniveau angenommen worden war (z. B. die Unterrichtstätigkeiten, vgl. 7.1.1), wurden multivariate einfaktorielle Varianzanalysen für abhängige Stichproben mit der Klassenstufe als Messwiederholungsfaktor und den jeweiligen Items (Unterrichtstätigkeiten, wahrgenommen Unterrichtsveränderungen) als abhängigen Variablen berechnet. Die multivariate Prüfung erfolgte auf der Grundlage von Pillais Spurkriterium. Diese Prüfgröße hat im Vergleich zu anderen (Wilks' Lambda, Hotellings Spurkriterium, größte charakteristische Wurzel nach Roy) die größte Power und hat sich gleichzeitig als relativ robust gegenüber Verletzungen der Voraussetzungen der multivariaten Varianzanalyse erwiesen (Norusis, 1993). Anschließend univariate Tests sind an die Voraussetzung geknüpft, dass die Varianzen unter den einzelnen Faktorstufen und die Korrelationen zwischen den Faktorstufen homogen sind (Zirkularitätsannahme). Eine Verletzung dieser Voraussetzung erhöht die Wahrscheinlichkeit, die Nullhypothese fälschlicherweise abzulehnen (Bortz, 1993; Wuensch, 2001). Die Zirkularitätsannahme wurde deshalb mit dem Mauchly-Test überprüft. Im Falle einer Verletzung dieser Annahme wurden die dem *F*-Test zugrunde gelegten Freiheitsgrade nach der Greenhouse-Geisser Formel korrigiert. Auf diese Weise kann eine Verletzung der Zirkularitätsannahme kompensiert werden (Bortz, 1993). In einem letzten Schritt wurden schließlich für die Variab-

len, wo Unterschiede gefunden wurden, post hoc paarweise Vergleiche durchgeführt, um Aussagen darüber machen zu können, zwischen welchen Klassenstufen signifikante Unterschiede bestanden. Dabei wurde das Signifikanzniveau nach der Formel von Bonferroni für Mehrfachvergleiche angepasst, um einer Inflation des  $\alpha$ -Fehlers entgegenzuwirken (Diehl & Staufenbiel, 2001).

Kohorteneffekte wurden nur für die Unterrichtstätigkeiten und für die Beurteilung der Unterrichtsveränderungen überprüft. In beiden Fällen war für die gewonnenen Daten Intervallniveau angenommen worden (vgl. 7.1.1). Die Unterschiede zwischen den Kohorten wurden deshalb mit einer multivariaten einfaktoriellen Varianzanalyse mit der Kohorte als Gruppierungsvariable und den jeweiligen Items (Unterrichtstätigkeiten, wahrgenommene Unterrichtsveränderungen) als abhängigen Variablen ermittelt. Die multivariate Varianzanalyse setzt voraus, dass die beobachteten Varianz-Kovarianz-Matrizen der abhängigen Variablen über die Gruppen homogen sind. Diese Annahme wurde mit dem multivariaten Box-*M*-Test überprüft (Norusis, 1993). Für jede abhängige Variable getrennt wurde weiterhin die Homogenität der Fehlervarianzen mit dem Levene-Test überprüft (Garson, ohne Datumsangabe). Bei einer Verletzung der Homogenitätsannahme wurde zur Absicherung des Ergebnisses der nicht-parametrische Kruskal-Wallis Test eingesetzt. Die weiteren Schritte zur Ermittlung von Kohortenunterschieden entsprechen den für die Messwiederholungsanalyse beschriebenen: Multivariate Unterschiede wurden zunächst anhand von Pillais Spurkriterium geprüft. Anschließend wurden univariate *F*-Tests für jede Variable durchgeführt. Im letzten Schritt wurden für die Variablen, bei denen der *F*-Test einen signifikanten Kohorteneffekt anzeigte, die Unterschiede zwischen den Kohorten post-hoc mit paarweisen Mittelwertsvergleichen auf statistische Bedeutsamkeit geprüft. Die vollständigen statistischen Berechnungen können Anhang 4 entnommen werden.

## 7.2 Ergebnisse

### 7.2.1 Ausgangslage der Schüler

Die Vorbefragung in Kohorte 2 und 3 zeigt, dass die überwiegende Mehrheit der Schüler auch vor Beginn des Projekts bereits Zugang zu einem häuslichen Computer hatte (vgl. Tab. 9). In Kohorte 2 verfügte ein Drittel, in Kohorte 3 gar die Hälfte der Schüler bereits über einen eigenen Computer. Folglich war die Computererfahrung der Schüler bereits vor Beginn des Projekts recht ausgeprägt: In beiden Kohorten gab zumindest die Hälfte der Schüler an, den Computer mehrmals pro Woche, wenn nicht gar täglich zu nutzen. Weitere 20% nutzten ihn

fast jede Woche einmal. Insgesamt fiel die Nutzung mit einem Median von 5 („mehrmals pro Woche“) in Kohorte 3 höher aus als in Kohorte 2 (Median = 4;  $\cong$  „fast jede Woche einmal“).

Fragebogenitem	ja			nein			
<i>Häuslicher Zugang zum Computer</i>							
Kohorte 2 (N = 82)	93,9%			6,1%			
Kohorte 3 (N = 85)	95,3%			4,7%			
<i>Eigener Computer</i>							
Kohorte 2 (N = 80)	30,0%			70,0%			
Kohorte 3 (N = 84)	53,6%			46,4%			
	nie	1-6 mal im Schuljahr	1-3 mal im Monat	fast jede Woche einmal	mehrmals pro Woche	täglich	
<i>Häufigkeit der häuslichen Computernutzung</i>							
Kohorte 2 (N = 81)	1,2%	9,9%	22,2%	18,5%	28,4%	19,8%	
Kohorte 3 (N = 80)	2,5%	2,5%	13,8%	21,3%	35,0%	25,0%	
	gut	++	+	+/-	-	--	nicht so gut
<i>Kenne mich mit Computern aus</i>							
Kohorte 2 (N = 78)	5,1%	24,4%	26,9%	23,1%	10,3%	9,0%	1,3%
Kohorte 3 (N = 80)	17,5%	22,5%	22,5%	23,8%	11,3%	2,5%	0,0%

Tab. 9: Einschätzung der Computernutzung und Computerkenntnisse in Kohorte 2 und 3 vor dem Einstieg ins Laptop-Projekt (Anzahl der Befragten (N) schwankt aufgrund fehlender Daten)

Der Anteil der Schüler, die vor Projektbeginn nie einen Computer nutzten, ist in beiden Kohorten mit weniger als 2% bzw. 3% äußerst gering. Entsprechend war auch die Einschätzung der eigenen Computerkenntnisse relativ positiv: Über die Hälfte der Schüler waren der Meinung, sich gut oder eher gut mit Computern auszukennen. Demgegenüber gab nur eine Minderheit der Schüler an, ihre Computerkenntnisse seien eher „nicht so gut“. Kohorte 3 war in ihrer Selbsteinschätzung optimistischer als Kohorte 2.

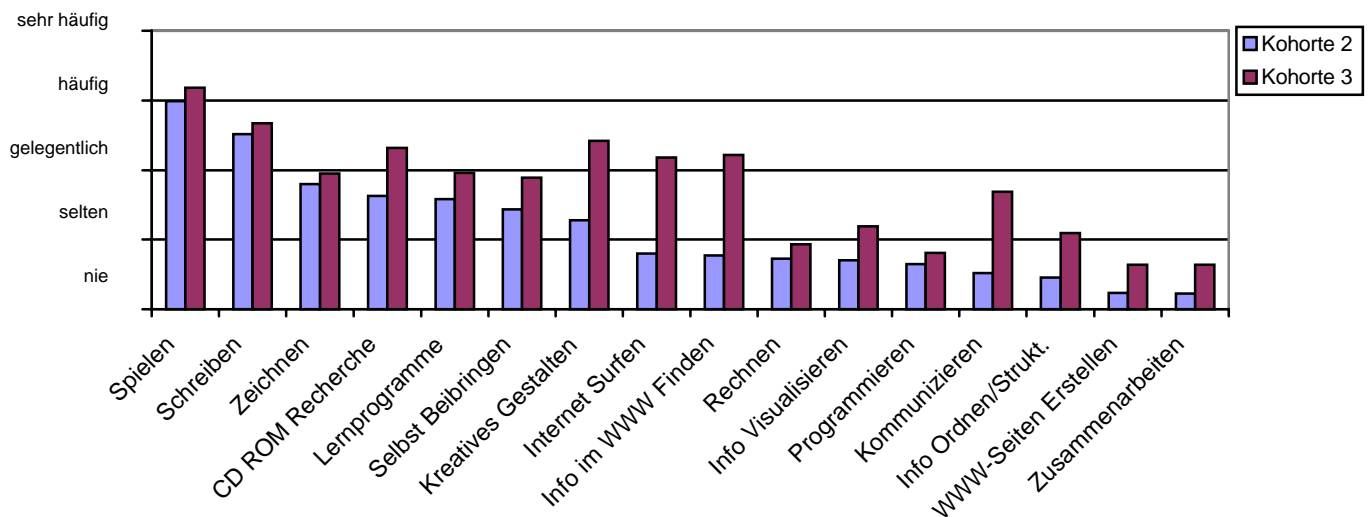


Abb. 11: Nutzungsformen des häuslichen Computers vor Projektbeginn (vollständige deskriptive Statistik vgl. Anhang 4.1)

Die Schüler beider Kohorten nutzten Computer bisher in erster Linie zum Spielen gefolgt vom Schreiben. In Kohorte 2 wurde der Computer weiterhin gelegentlich zum Zeichnen, um Informationen auf CD-ROMs nachzuschlagen und zum Lernen mit Lernprogrammen eingesetzt. Andere Nutzungen, insbesondere auch die Nutzung des Internet zur Kommunikation und Informationsrecherche waren demgegenüber eher selten (vgl. Abb. 11).

Kohorte 3 unterscheidet sich hier deutlich: Für alle abgefragten Computernutzungen gab sie höhere Häufigkeiten an als Kohorte 2 im Jahr zuvor. Besonders auffällig ist dabei die ausgeprägte Nutzung des Internet in diesem Jahrgang.

Fragebogenitem	nie	1-6 mal im Schuljahr	1-3 mal im Monat	fast jede Woche einmal	mehrmals pro Woche	täglich
<i>Nutzung Computerraum</i>						
Kohorte 2 (N = 82)	0,0%	87,8%	9,8%	2,4%	0,0%	0,0%
Kohorte 3 (N = 84)	19,0%	72,6%	8,3%	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Nutzung für Hausaufgaben</i>						
Kohorte 2 (N = 83)	25,3%	45,8%	15,7%	7,2%	6,0%	0,0%
Kohorte 3 (N = 83)	10,8%	51,8%	24,1%	9,6%	3,6%	0,0%

Tab. 10: Schulische Nutzung des Computers vor Projektbeginn  
(Anzahl der Befragten (N) schwankt aufgrund fehlender Daten)

Die bisherige schulische Computernutzung blieb deutlich hinter der Freizeitnutzung zurück (vgl. Tab. 10). Die Mehrheit der Schüler beider Kohorten gab an, im vergangenen Schuljahr nur maximal sechs Mal im Computerraum gewesen zu sein (Median = 2;  $\cong$  „1-6 mal im Schuljahr“). Auch für die Hausarbeiten nutzten mehr als zwei Drittel der Schüler den Computer bisher nie oder selten (Median = 2).

Die Akzeptanz des Laptop-Projekts war äußerst hoch: In beiden Kohorten fanden es über 90% der Schüler gut, dass sie nun in der Schule lernen, mit Computern umzugehen und dass sie demnächst Laptops bekommen.

Fragebogenitem	gut	++	+	+/-	-	--	nicht so gut
<i>Dass wir in der Schule lernen, mit dem Computer umzugehen, finde ich ...</i>							
Kohorte 2 (N = 78)	61,5%	24,4%	6,4%	6,4%	1,3%	0,0%	0,0%
Kohorte 3 (N = 84)	85,7%	9,5%	3,6%	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%
	<b>stimmt</b>	<b>++</b>	<b>+</b>	<b>+/-</b>	<b>-</b>	<b>--</b>	<b>stimmt nicht</b>
<i>Ich freue mich, dass wir im nächsten Schuljahr Laptops bekommen.</i>							
Kohorte 2 (N = 81)	63,0%	21,0%	8,6%	3,7%	2,5%	1,2%	0,0%
Kohorte 3 (N = 85)	84,7%	11,8%	2,4%	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%
	<b>wichtig</b>	<b>++</b>	<b>+</b>	<b>+/-</b>	<b>-</b>	<b>--</b>	<b>unwichtig</b>
<i>Meine Eltern finden Computer in der Schule ...</i>							
Kohorte 2 (N = 77)	22,1%	27,3%	33,8%	14,3%	2,6%	0,0%	0,0%
Kohorte 3 (N = 84)	40,5%	36,9%	19,0%	2,4%	1,2%	0,0%	0,0%

Tab. 11: Akzeptanz des Laptop-Projekts vor Projektbeginn  
(Anzahl der Befragten (N) schwankt aufgrund fehlender Daten)



Die positive Einstellung wurde auch von der Haltung der Eltern unterstützt. Laut Angabe der Schüler waren auch ihre Eltern mehrheitlich der Meinung, dass Computer in der Schule wichtig seien.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Schüler bereits mit einer guten Computergundausrüstung und beträchtlichen Vorerfahrungen in das Projekt einstiegen. Besonders für Kohorte 3 lässt sich schon vor Beginn des Projekts eine sehr häufige und differenzierte Nutzung des Computers erkennen. Diese Kohorte scheint mit einer ausgeprägteren Computerkompetenz in das Projekt eingestiegen zu sein als die beiden Kohorten vor ihr.

### 7.2.2 Ausgangslage der Lehrer

Auch für die Lehrer zeigt die Auswertung der Vorbefragung, dass sie bereits mit guten Computerkenntnissen in das Projekt einstiegen (vgl. Tab. 12). So verfügte die Mehrheit bereits vor Projektbeginn über einen eigenen Computer und nutzte diesen mehrmals pro Woche, wenn nicht gar täglich. Auch war ein Großteil der Meinung, sich gut mit Computern auszukennen.

Fragebogenitem	ja			nein			
<i>Eigener Computer</i> Lehrer (N = 15)	14 (93,3%)			1 (6,7%)			
	nie	1-6 mal im Schuljahr	1-3 mal im Monat	fast jede Woche einmal	mehrmals pro Woche	täglich	
<i>Häufigkeit der häuslichen Computernutzung</i> Lehrer (N = 11)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (27,3%)	0 (0,0%)	6 (54,5%)	2 (18,2%)	
	gut	++	+	+/-	-	--	nicht so gut
<i>Kenne mich mit Computern aus</i> Lehrer (N = 16)	2 (12,5%)	7 (43,8%)	4 (25,0%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)

Tab. 12: Computernutzung und Computerkenntnisse der Lehrer vor dem Einstieg ins Laptop-Projekt (Häufigkeiten und Prozente, Anzahl der Befragten (N) schwankt aufgrund fehlender Daten).

Bezüglich des Einsatzes von Computern im Unterricht gab es dagegen weniger ausgeprägte Erfahrungen (vgl. Tab. 13). Zwar hatten alle Befragten den Computer bereits vor Projektbeginn im Unterricht genutzt. Nur eine Minderheit setzte den Computer bisher jedoch häufig oder sehr häufig im Unterricht ein. Auch mit der Nutzung des Computerraums waren nicht alle Lehrer vor Projektbeginn vertraut. Die Mehrheit hat den Computerraum bisher maximal ein bis dreimal im Monat genutzt. Auch Hausaufgaben am Computer wurden vor dem Einstieg in das Projekt eher selten gestellt.

Fragebogenitem	nie	selten	gelegentlich	häufig	sehr häufig	
Häufigkeit der Computernutzung im Unterricht Lehrer (N = 17)	0 (0,0%)	2 (11,8%)	10 (58,8%)	4 (23,5%)	1 (5,9%)	
	nie	1-6 mal im Schuljahr	1-3 mal im Monat	fast jede Woche einmal	mehrmals pro Woche	täglich
Häufigkeit der Nutzung des Computerraums Lehrer (N = 12)	3 (25,0%)	2 (16,7%)	1 (8,3%)	3 (25,0%)	2 (16,7%)	1 (8,3%)
	nie	1-6 mal im Schuljahr	1-3 mal im Monat	fast jede Woche einmal	mehrmals pro Woche	täglich
Häufigkeiten der Hausaufgabenstellung am Computer Lehrer (N = 12)	5 (41,7%)	5 (41,7%)	1 (8,3%)	0 (0,0%)	1 (8,3%)	0 (0,0%)

Tab. 13: Schulische Computernutzung der Lehrer vor dem Einstieg ins Laptop-Projekt (Häufigkeiten und Prozente, Anzahl der Befragten (N) schwankt aufgrund fehlender Daten).

Schließlich wurde auch die Aufgeschlossenheit der Lehrer gegenüber Technik und Computern und ihre Akzeptanz für das Laptop-Projekt erhoben (vgl. Tab. 14). Es zeigte sich, dass die Mehrheit sich als technik-aufgeschlossen bezeichnete und gern am Computer arbeitete. Bezüglich des Einsatzes von Laptops im Unterricht bestanden geringe Bedenken.

Fragebogenitem	aufgeschlossen	++	+	+/-	-	--	reserviert
Gegenüber Technik im allgemeinen bin ich... Lehrer (N = 16)	5 (31,3%)	5 (31,3%)	3 (18,8%)	2 (12,5%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
	gern	++	+	+/-	-	--	ungern
Ich arbeite am Computer... Lehrer (N = 16)	6 (37,5%)	6 (37,5%)	3 (18,8%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
	stimmt	++	+	+/-	-	--	stimmt nicht
Ich habe Bedenken gegenüber dem Einsatz von Laptops im Unterricht. Lehrer (N = 16)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (18,8%)	1 (6,3%)	4 (25,0%)	8 (50,0%)
	stimmt	++	+	+/-	-	--	stimmt nicht
Ich bekomme genug Unterstützung für den Laptop-Einsatz im Unterricht. Lehrer (N = 16)	4 (25,0%)	5 (31,3%)	4 (25,0%)	3 (18,8%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
	ja			nein			
Ich habe Fortbildungen/ Informationsveranstaltungen besucht. Lehrer (N = 15)	13 (86,7%)			2 (13,3%)			
	stimmt	++	+	+/-	-	--	stimmt nicht
Ich würde gern weitere Fortbildungsveranstaltungen besuchen. Lehrer (N = 12)	8 (66,7%)	4 (33,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)

Tab. 14: Akzeptanz der Lehrer für (Computer-)technik und den Modellversuch vor dem Einstieg ins Laptop-Projekt sowie Einschätzung der erhaltenen Unterstützung und Fortbildungen (Häufigkeiten und Prozente, Anzahl der Befragten (N) schwankt aufgrund fehlender Daten).

Die Mehrheit der Lehrer besuchte vor Projektbeginn computerbezogene Fortbildungs- und Informationsveranstaltungen und fühlte sich auf das Projekt gut vorbereitet. Dennoch äußerten alle Befragten den Wunsch, in Zukunft weitere Fortbildungen zu erhalten.

### 7.2.3 Nutzung der Laptops im Unterricht

Die Hauptbefragung bei den Schülern zeigt, dass die Laptops in allen drei Kohorten über den beobachteten Zeitraum intensiv genutzt wurden. Von der Mehrzahl der Schüler wurde in allen Kohorten und kontinuierlich über alle Schuljahre hinweg angegeben, dass sie mehrmals pro Woche, wenn nicht gar täglich im Unterricht mit Laptops arbeiteten (Median = 5;  $\cong$  „mehrmals pro Woche“). Für die Hausaufgaben war die Nutzung ähnlich intensiv, wobei sich in allen Kohorten bereits an den Medianen eine leichte Abnahme im Projektverlauf zeigte. Während im ersten Jahr von allen Kohorten angegeben wurde, den Laptop "mehrmals pro Woche" für die Hausaufgaben zu nutzen (Median = 5), wurde in den folgenden Jahren nur noch eine mittlere Häufigkeit von „fast jede Woche einmal“ (Median = 4) angegeben.

Veränderungen über die Zeit wurden in Kohorte 1 und 2 mit dem nicht-parametrischen Friedman-Test für verbundene Stichproben geprüft. Dabei zeigte sich in beiden Kohorten sowohl für die schulische Nutzung als auch für die Hausaufgabennutzung eine signifikante Abnahme (vgl. Tab. 15). Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass die Nutzung im ersten Projektjahr in allen Kohorten mit teilweise täglicher Nutzung am intensivsten war, um sich dann im weiteren Projektverlauf auf dem Niveau einer nahezu wöchentlichen Nutzung einzupendeln.

	<i>N</i>	Chi-Quadrat	<i>df</i>	Asymptot. Sig.
<i>Schulische Nutzung</i>				
Kohorte 1	36	13.98	2	.001
Kohorte 2	72	8.17	1	.004
<i>Hausaufgaben</i>				
Kohorte 1	34	21.02	2	.000
Kohorte 2	69	14.70	1	.000

Tab. 15: Veränderungen der schulischen Laptopnutzung (vgl. Anhang 4.2)

### 7.2.4 Unterrichtsveränderungen

Wozu wurden die Laptops nun konkret im Unterricht eingesetzt? Detailliert wurden in der Fragebogenbefragung die *Handlungsmuster*, für die Laptops eingesetzt wurden, abgefragt. Dabei wurde der Fokus auf Unterrichtstätigkeiten, Meyer (1987) bezeichnet diese als die äußere Seite der Handlungsmuster, gerichtet (vgl. 2.1.2). Nur eine begrenzte Anzahl von Items des Schülerfragebogens bezieht sich auf weitere Dimensionen der didaktisch-methodischen Gestaltung des Unterrichts, die in dieser Untersuchung im Mittelpunkt steht. Vier Items lassen sich der inneren Seite der Handlungsmuster zuordnen (Anschaulichkeit, Einfachheit des Unterrichts, Einfachheit der Zusammenarbeit, Selbstbestimmung des Unterrichtstempos). Den *Lernzielen und Lerninhalten* kann ein Item (Selbstbestimmung der Lerninhalte) und den *Sozialformen* ein Item (Häufigkeit von Gruppenarbeit) zugeordnet werden. Nach dem *Rollenverständnis* wurde in dem Schülerfragebogen nicht gefragt. Der Schüler-

fragebogen liefert damit ein lückenhaftes Bild der Veränderungen des Unterrichts, er bietet jedoch eine sinnvolle Ergänzung zu den anderen beiden Teilstudien.

Im folgenden werden zunächst die Unterrichtstätigkeiten dargestellt, bevor am Ende dieses Abschnitts auf die weiteren Unterrichtsdimensionen eingegangen wird.

#### 7.2.4.1 Unterrichtstätigkeiten und genutzte Software

Um einen Überblick über die schulische Laptop-Nutzung im Verlauf des Projekts zu erhalten, wird zunächst für die erste Kohorte, die zum Zeitpunkt der Auswertung drei Jahre mit Laptops gearbeitet hat, die Häufigkeit verschiedener Handlungsmuster über die Schuljahre hinweg dargestellt.

Aus Abbildung 12 wird ersichtlich, dass es ein breites Spektrum an Unterrichtstätigkeiten mit Laptops gab, die im Unterricht mit unterschiedlicher Häufigkeit vorkamen.

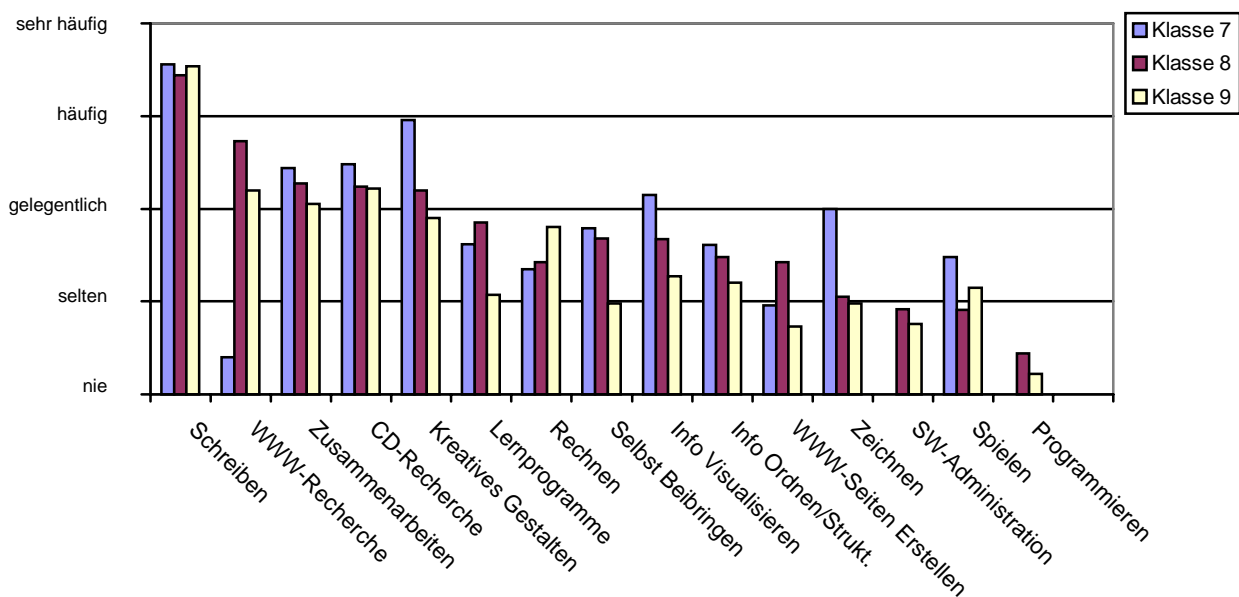


Abb. 12: Mittelwerte der Häufigkeit verschiedener Laptopnutzungen im Schulunterricht für Kohorte 1<sup>11</sup> (vollständige deskriptive Statistik vgl. Anhang 4.3.1)

Dabei wurde eine Vielfalt unterschiedlicher Programme eingesetzt, die in Tab. 16 dargestellt sind (nur genutzte Programme in den Fächern Deutsch, Englisch und Mathematik).

<sup>11</sup> Fehlende Säulen für Klasse 7 sind dadurch entstanden, dass einige Items erst zu einem späteren Zeitpunkt in den Fragebogen eingefügt wurden (Software-Administration, Programmieren): Diese Tätigkeiten wurden von der nachfolgend beschriebenen Varianzanalyse ausgeschlossen.

Software	Schulfach	Klasse
<i>Lern- und Übungssoftware:</i>		
• Multimedia Coach	Englisch	7, 8, 9, 10
• Hot Potatoes	Englisch	7, 8, 9, 10
• Successmaker	Mathematik	8, 9, 10
• Tippmaster	fachunspezifisch	7, 8
<i>Werkzeugsoftware:</i>		
• MS Word	Englisch, Deutsch, Mathematik	7, 8, 9, 10
• MS Excel	Mathematik	7, 8
• MS Powerpoint	Englisch, Deutsch, Mathematik	7, 8, 9, 10
• MS Encarta	Deutsch	7, 8, 9, 10
• World Wide Web	Englisch, Deutsch	8, 9, 10
• HTML-Editorensoftware	Englisch, Deutsch	9, 10
• Euklid	Mathematik	7, 8
• Geonet	Mathematik	8, 9
• Derive	Mathematik	8, 9, 10

Tab. 16: Genutzte Programme in den Fächern Deutsch, Englisch und Mathematik

Das über alle Schuljahre häufigste Handlungsmuster mit den Laptops war das Schreiben, gefolgt vom Zusammenarbeiten und Recherchieren auf CD-ROM. Auch das kreative Gestalten hatte zu Beginn des Projekts einen großen Stellenwert, nahm jedoch über die Schuljahre hinweg ab. Aus den Interviews mit Schülern und Lehrern wird deutlich, dass die Tätigkeiten deshalb besonders häufig sind, weil sie in verschiedenen Schulfächern gleichermaßen vorkommen. Tätigkeiten, die kontinuierlich so gut wie gar nicht stattfanden, waren das Programmieren und die Administration von Software. Auch dies deckt sich mit den Schüler- und Lehrerinterviews, insofern als dass es sich hierbei um Tätigkeiten handelt, die sich in den meisten Fächern wenig sinnfälligerweise in den Unterricht integrieren lassen (programmieren) bzw. die entsprechend dem pädagogischen Konzept wenig Raum im Unterricht einnehmen sollten (Software-Administration).

Bei einigen Tätigkeiten zeigen sich Nutzungsunterschiede in den Schuljahren. Um diese deskriptiv erkennbaren Unterschiede statistisch abzusichern, wurde eine einfaktorielle multivariate Varianzanalyse für abhängige Stichproben mit der Klassenstufe als Messwiederholungsfaktor durchgeführt. Die Analyse beruht aufgrund fehlender Daten auf einer Stichprobe von 32 Fragebögen. Die multivariate Prüfung der Unterschiede ergab einen signifikanten Effekt ( $Pillais\ Spur = .97$ ;  $F(26, 6) = 8.27$ ;  $p < .01$ ; vgl. Anhang 4.3.1). Anschließend wurden univariate Tests für jede Tätigkeit berechnet um zu ermitteln, bei welchen Tätigkeiten sich die Unterschiede statistisch nachweisen ließen (vgl. Tab. 17). Mittels paarweiser Vergleiche wurde post hoc festgestellt, zwischen welchen Klassenstufen die gefundenen Unterschiede bestanden.

	<i>F</i>	<i>df</i> (Hypothese, Fehler) <sup>13</sup>	<i>p</i>	Paarweise Vergleiche (Mittlere Differenz) <sup>12</sup>		
				Kl. 7 – Kl. 8	Kl. 8 – Kl. 9	Kl. 7 – Kl. 9
WWW-Recherche	107.25	1.89, 58.76	< .01	-2.37**	.50**	-1.87**
Kreatives Gestalten	31.09	2, 62	< .01	.84**	.18	1.03**
Lernen mit Lernprogrammen	6.75	2, 62	< .01	-.37	.78**	.40
Rechnen	8.68	2, 62	< .01	.03	-.59**	-.56*
Sich den Umgang mit dem Computer selbst Beibringen	6.51	2, 62	< .01	.00	.59*	.59*
Information Visualisieren	10.08	1.74; 53.82	< .01	.59(*)	.34	.93**
Zeichnen	14.52	2, 62	< .01	.93**	-.12	.81**

Tab. 17: Ergebnisse der univariaten Tests zu Unterschieden zwischen Unterrichtstätigkeiten (*F*-Test) und paarweise Vergleiche in den Klassenstufen 7, 8 und 9 in Kohorte 1 (\*\*:  $p < .01$ ; \*:  $p < .05$ ; (\*):  $p < .10$ ; vgl. Anhang 4.3.1)

Betrachtet man die mittleren Differenzen zwischen den Klassenstufen, zeigt sich, dass einige Handlungsmuster gegenüber dem ersten Projektjahr kontinuierlich abgenommen haben. Hierzu gehören die Nutzung der Laptops für kreativ-gestalterische Aufgaben (z. B. das Formatieren von Texten oder das Gestalten von Produkten mit Bildern etc.), das Experimentieren mit dem Laptop um seine Funktionsweise zu erlernen sowie das Visualisieren von Information und das Zeichnen. Für die beobachteten Abnahmen können unterschiedliche Gründe vermutet werden. Der Rückgang beim kreativen Gestalten und beim experimentellen Erlernen der Laptopnutzung könnte darin begründet liegen, dass den Schülern zunehmend weniger Unterrichtszeit für den Erwerb von Computerkompetenz eingeräumt wurde. Hierauf deuten auch die Schülerinterviews hin, in denen ausgesagt wurde, dass das eigene Experimentieren sowie das Formatieren und Gestalten von Texten zunehmend in die Hausaufgabe verlagert wurde.

Für die Unterschiede bei anderen Tätigkeiten, etwa dem Zeichnen, beim Visualisieren von Information, bei der WWW-Recherche, beim Lernen mit Lernprogrammen und beim Rechnen kommen eher unterrichtsbezogene Entscheidungen der Lehrer als mögliche Ursache in Betracht. Die Recherche im WWW wurde, wie im pädagogischen Konzept des Projekts vereinbart, erst im achten Schuljahr eingeführt. Entsprechend zeigt sich in Klasse 8 ein starker Anstieg.<sup>14</sup> In Klasse 9 nimmt die Nutzung des Internet zu Recherchezwecken demgegenüber wieder leicht ab, gehört aber nach wie vor zu den häufigsten Handlungsmustern.

Der Einsatz von Lernprogrammen hat im 9. Schuljahr stark abgenommen. Aus den Interviews lassen sich hierfür zwei Gründe ableiten. Von den Lehrern wurde geäußert, dass es teilweise schwierig sei, geeignete Lernprogramme zur Vermittlung curricularer Inhalte zu finden. Den Schülern sind also möglicherweise in dieser Klassenstufe weniger Lernprogramme zur Verfü-

<sup>12</sup> Das Signifikanzniveau wurde nach Bonferroni für die Mehrfachvergleiche angepasst (vgl. Anhang 4.3.1).

<sup>13</sup> Im Fall der Verletzung der Sphärizitätsannahme wurden die zugrundegelegten Freiheitsgrade nach der Greenhouse-Geisser-Formel korrigiert (vgl. Anhang 4.3.1).

<sup>14</sup> Nennungen dieser Tätigkeit in der Klassenstufe 7 beruhen vermutlich auf einem Missverständnis der jeweiligen Items und werden ignoriert.

gung gestellt worden als in den Jahren vorher. Die Schüler gaben diesbezüglich an, dass die Nutzung von Lernprogrammen zunehmend in die Hausaufgabe verlagert bzw. freigestellt wurde. Auch zeigten sie sich immer unzufriedener mit einigen der zur Verfügung gestellten Programme (aufgrund mangelnder Funktionalität und einer zu „kindlichen“ Aufbereitung der Lerninhalte), so dass die nachlassende Schülermotivation einen weiteren Grund dafür darstellen könnte, dass Lernprogramme weniger häufig im Unterricht eingesetzt wurden.

Eine enge Beziehung von Laptop-Nutzung und curricularen Inhalten besteht auch bei der Tätigkeit „Zeichnen“. Aus den Lehrerinterviews, die in dieser Kohorte durchgeführt wurden, geht hervor, dass in der Klassenstufe 7 im Fach Mathematik intensiv mit dem Geometrieprogramm *Euklid* gearbeitet wurde. Vermutlich führte das relativ häufige Konstruieren geometrischer Figuren mit diesem Programm in dieser Klassenstufe zu einer Bewertung der Tätigkeit „Zeichnen“ im mittleren Bereich. In den nachfolgenden Jahren stand das geometrische Konstruieren dann weniger stark im Mittelpunkt. Stattdessen hat die Tätigkeit „Rechnen“ in diesem Schuljahr zugenommen. Auch hier liegt die Vermutung nahe, dass es sich um eine lehrplanbedingte Veränderung handelt.

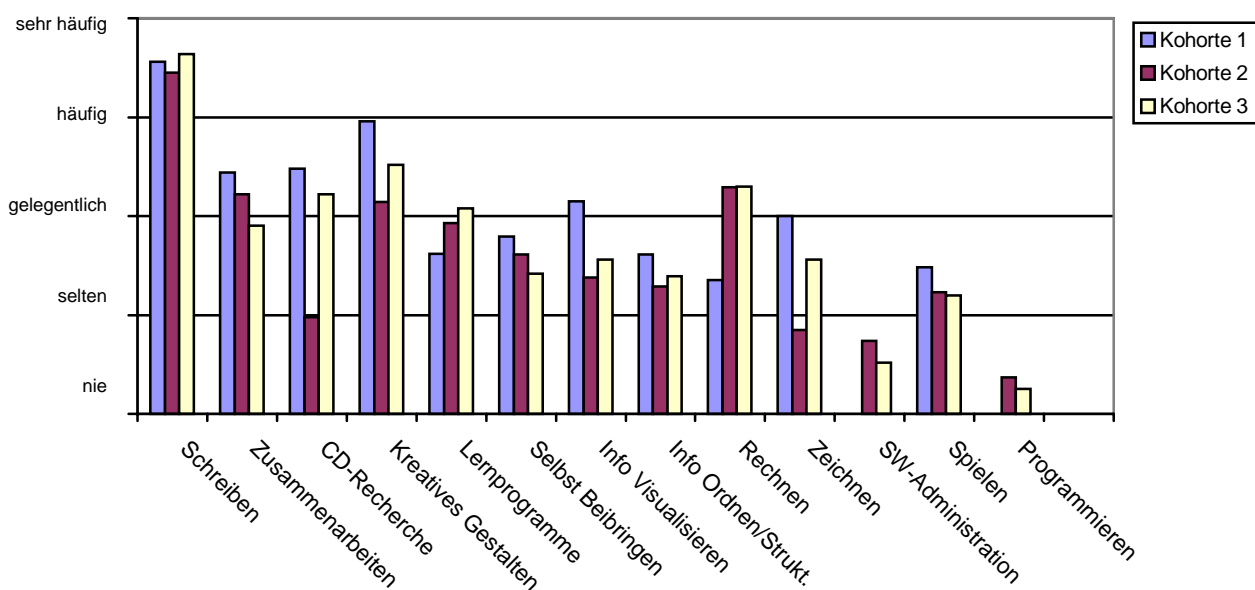


Abb. 13: Kohorteneffekte (Klassenstufe 7; vollständige deskriptive Statistik vgl. Anhang 4.3.2)

Kohortenspezifische Unterschiede in der Laptopnutzung wurden nur für die Klassenstufe 7 ermittelt, da nur für diese Klassenstufe Daten aus den drei in der Untersuchung betrachteten Jahrgängen vorlagen. Unterschiede wurden mit einer einfaktoriellen multivariaten Varianzanalyse geprüft, wobei das Signifikanzniveau bei den post hoc Paarvergleichen entsprechend des von Bonferroni vorgeschlagenen Korrekturverfahrens für die Anzahl der multivariaten Tests angepasst wurde. Die Tätigkeiten „Software-Administration“ und „Programmieren“

wurden aufgrund unvollständiger Daten von der Analyse ausgeschlossen. Internetbezogene Tätigkeiten wurden ebenfalls weggelassen, da diese gemäß dem pädagogischen Rahmenkonzept des Projekts erst ab Jahrgangsstufe 8 eingeführt wurden. In die Analyse gingen 45 Fragebögen aus Kohorte 1, 69 Fragebögen aus Kohorte 2 und 80 Fragebögen aus Kohorte 3 ein.

Der multivariate Test ergab einen hochsignifikanten Kohorteneffekt (*Pillais Spur* = .76;  $F(22, 376) = 10.41$ ;  $p < .01$ ; vgl. Anhang 4.3.2).<sup>15</sup> Univariate Tests zeigten signifikante Unterschiede zwischen den Kohorten für das Zusammenarbeiten, die Recherche auf CD-ROM, das kreative Gestalten, das Lernen mit Lernprogrammen, das Rechnen, das Visualisieren von Information und das Zeichnen (vgl. Tab. 18)

	<i>F</i>	<i>df</i> (Hypothese, Fehler)	<i>p</i>	Paarweise Vergleiche (Mittlere Differenz) <sup>16</sup>		
				K 1 – K 2	K 2 – K 3	K 1 – K 3
Zusammenarbeiten	4.76	2, 191	= .01	.28	.28	.55**
CD-ROM Recherche	59.74	2, 191	< .01	1.51**	-1.44**	.06
Kreatives Gestalten <sup>17</sup>	9.96	2, 191	< .01	.86**	-.39(*)	.48*
Lernen mit Lernprogrammen	2.44	2, 191	< :10	-.29	-.15	-.45(*)
Rechnen	20.04	2, 191	< .01	-.86**	.05	-.91**
Information visualisieren	8.31	2, 191	< .01	.73**	-.15	.58**
Zeichnen <sup>18</sup>	21.66	2, 191	<.01	1.14**	-.72*	.43*

Tab. 18: Ergebnisse der univariaten Tests zu Unterschieden zwischen Unterrichtstätigkeiten (*F*-Test) und paarweise Vergleiche in den Kohorten 1, 2 und 3 in Klasse 7  
(\*\*):  $p < .01$ ; \*:  $p < .05$ ; (\*):  $p < .10$ ; vgl. Anhang 4.3.2)

Die erste und die dritte Kohorte weisen bei diesen Handlungsmustern teilweise höhere Häufigkeiten auf als die zweite Kohorte (CD-Recherche, Kreatives Gestalten, Information Visualisieren, Zeichnen), d. h. Kohorte 1 und 3 ähneln sich, während Kohorte 2 nach unten abweicht. Ein Grund hierfür könnte darin bestehen, dass in der dritten Kohorte in den Fächern Englisch und Deutsch teilweise die gleichen Lehrkräfte wieder eingesetzt wurden, die bereits in der ersten Kohorte unterrichtet hatten. Dies spricht für den Einfluss des jeweiligen Lehrers auf die Nutzung der Laptops, der in Kapitel 8 genauer herausgearbeitet wird.

Andere Unterschiede zwischen den Kohorten lassen sich zusätzlich darauf zurückführen, dass die Lehrer ihre Erfahrungen an die nachfolgenden Kohorten weitergaben. Dies ist z. B. bei der Zusammenarbeit der Fall, die von Kohorte 1 zu Kohorte 3 kontinuierlich gesunken ist. Im

<sup>15</sup> Die Homogenität der Fehlervarianzen, die eine Voraussetzung dieses Verfahrens darstellt, wurde mit dem Levene-Test überprüft. Es zeigte sich, dass die Homogenitätsannahme für die Variablen „Kreatives Gestalten“ und „Zeichnen“ verletzt war. Auch wenn der *F*-Test sich bei größeren Stichproben gegen eine solche Verzerrung als robust erwiesen hat (vgl. Bortz, 1993; S. 263), wurden die Ergebnisse für diese beiden Variablen mit einem nicht-parametrischen Verfahren (Kruskal-Wallis-Test) abgesichert.

<sup>16</sup> Das Signifikanzniveau wurde nach Bonferroni für die Mehrfachvergleiche angepasst.

<sup>17</sup> Der Unterschied konnte auch mit dem Kruskal-Wallis-Test nachgewiesen werden ( $\chi^2(2) = 19.72$ ;  $p < .01$ ; vgl. Anhang 4.3.2)



Anfangsjahr des Projekts wurde mit der ersten Kohorte intensiv in Gruppen gearbeitet. Dabei stellten verschiedene Lehrer fest, dass es zu Überforderung bei den Schülern kam. Wie aus den Interviews mit Lehrern und Schülern deutlich wird, wurde deshalb in den folgenden Jahrgängen die Häufigkeit von Gruppenarbeit im Einstiegsjahr reduziert. Zum Rechnen und zum Lernen mit Lernprogrammen dagegen wurde der Laptop in den Kohorten 2 und 3 in der siebten Jahrgangsstufe intensiver eingesetzt als in Kohorte 1. Über die Ursachen hierfür geben die Interviews wenig Aufschluss. Ein möglicher Grund besteht darin, dass das Angebot an Software für die 7. Klassenstufe erweitert bzw. die Nutzung vorhandener Software intensiviert wurde.

#### 7.2.4.2 Sozialform, Handlungsmuster, Lerninhalte und Lernziele

Die weiteren Dimensionen *Sozialform*, *Handlungsmuster* (innere Seite) sowie *Lerninhalte und Lernziele* und sind nur durch wenige Items im Fragebogen repräsentiert und werden an dieser Stelle zusammenfassend dargestellt. Veränderungen über die Zeit werden anhand der drei Erhebungen in Kohorte 1 (Klasse 7, 8 und 9) und Kohorteneffekte anhand der Erhebung in den drei Kohorten im ersten Schuljahr mit Laptops berichtet (Klasse 7). Die eingesetzten statistischen Verfahren entsprechen den unter 7.2.4.1 beschriebenen.

Deskriptiv lässt sich feststellen, dass die erste Kohorte die Unterrichtsveränderungen über die Projektlaufzeit recht konsistent beurteilt hat. Die deutlichste Veränderung, die von den Schülern der ersten Kohorte durchgängig über alle drei Schuljahre wahrgenommen wird, ist, dass mit den Laptops häufiger in Gruppen gearbeitet wurde. Diese Einschätzung war im ersten Projektjahr am stärksten, bleibt aber über den Projektverlauf im positiven Bereich. Die Zusammenarbeit wird von den Schülern auch konsistent als einfacher bewertet. Darüber hinaus beurteilten die Schüler den Unterricht, wenn Laptops genutzt wurden, in allen drei Projektjahren als anschaulicher. Tendenziell wurde der Unterricht ebenfalls als einfacher bewertet, die Zustimmung zu diesem Item lag jedoch weniger deutlich über dem Neutralwert der Skala als bei den anderen Items.

---

<sup>18</sup> Der Unterschied konnte auch mit dem Kruskal-Wallis-Test nachgewiesen werden ( $\chi^2(2) = 40.68; p < .01$ ; vgl. Anhang 4.3.2)

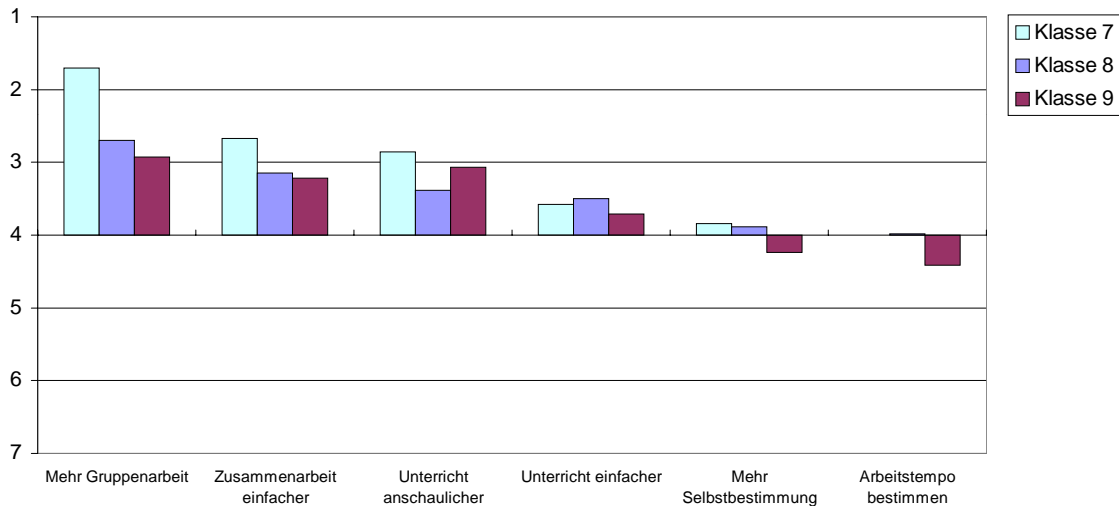


Abb. 14: Mittelwerte der wahrgenommenen Unterrichtsveränderungen in Kohorte 1 (semantisches Differential: 1 = Zustimmung; 4 = keine Veränderung im Vergleich zu Unterricht ohne Laptop; 7 = Ablehnung; vollständige deskriptive Statistik vgl. Anhang 4.4.1)

Eine Veränderung der Lerninhalte im Unterricht dahingehend, dass sie mehr Selbstbestimmung bei deren Auswahl erhalten, nahmen die Schüler dagegen nicht wahr. Auch eine stärkere Autonomie über das Arbeitstempo stellten sie nicht fest. Die Werte lagen in allen drei Jahren nah am Neutralwert der Skala, im letzten Projektjahr sogar darunter.

Die zur Prüfung der Unterschiede zwischen den Klassenstufen durchgeführte Varianzanalyse mit Messwiederholung ergab einen signifikanten Effekt auf multivariatem Niveau (*Pillais Spur* = .53;  $F(10, 22) = 10.44$ ;  $p < .05$ ; vgl. Anhang 4.4.1).<sup>19</sup> Die Analyse beruht auf 32 Fragebögen. Univariate Tests zeigten, dass für die Items „Gruppenarbeit“ und „Anschaulichkeit“ ein zumindest tendenziell signifikanter Unterschied besteht (vgl. Tab. 19).

	<i>F</i>	<i>df</i> (Hypothese, Fehler) <sup>21</sup>	<i>p</i>	Paarweise Vergleiche (Mittlere Differenz) <sup>20</sup>		
				Kl. 7 – Kl. 8	Kl. 8 – Kl. 9	Kl. 7 – Kl. 9
Gruppenarbeit	11.81	2, 62	< .01	-1.22**	.09	-1.13**
Anschaulichkeit	9.65	1.61, 49.98	< .10	-.69(*)	.65	.03

Tab. 19: Ergebnisse der univariaten Tests zu Unterschieden zwischen Unterrichtstätigkeiten (*F*-Test) und paarweise Vergleiche in den Klassenstufen 7, 8 und 9 in Kohorte 1 (\*\*:  $p < .01$ ; \*:  $p < .05$ ; (\*):  $p < .10$ ; vgl. Anhang 4.4.1)

Eindeutig über den zeitlichen Verlauf des Projekts verändert hat sich lediglich die Häufigkeit von Gruppenarbeit, die in Klasse 7 signifikant häufiger vorkam als in Klasse 8 und 9. Dies

<sup>19</sup> Die Variable „Arbeitstempo“ wurde aufgrund fehlender Werte im ersten Projektjahr von der Analyse ausgeschlossen.

<sup>20</sup> Das Signifikanzniveau wurde nach Bonferroni für die Mehrfachvergleiche angepasst.

<sup>21</sup> Im Fall der Verletzung der Sphärizitätsannahme wurden die zugrundegelegten Freiheitsgrade nach der Greenhouse-Geisser-Formel korrigiert (vgl. Anhang 4.4.1).

korrespondiert mit der deskriptiv erkennbaren Abnahme der Zusammenarbeit im Projektverlauf in Kohorte 1 (vgl. Abb. 14). Wie bereits im vorangegangenen Abschnitt erläutert, wird dieses Ergebnis durch Befunde in den Interviews unterstützt. Offensichtlich handelt es sich um eine didaktische Entscheidung der Lehrer aufgrund negativer Erfahrungen mit der Gruppenarbeit im ersten Projektjahr.

Anders als bei der äußeren Seite der Handlungsmuster lassen sich für die anderen Unterrichtsdimensionen insgesamt keine deutlichen zeitlichen Veränderungen feststellen. Zur Erklärung der geringfügig negativeren Beurteilung der Anschaulichkeit im zweiten Projektjahr gibt es in den Interviews keine eindeutigen Hinweise. Möglicherweise hängt das gefundene Muster mit der in den verschiedenen Schuljahren verwendeten Software zusammen. Da der Unterschied vergleichsweise gering ausfällt und die Irrtumswahrscheinlichkeit mit nahe 10% relativ hoch ist, wird angesichts fehlender unterstützender Befunde in den anderen Teilstudien von einer Interpretation dieses Unterschieds abgesehen.

Im Kohortenvergleich zeigt sich ein ganz ähnliches Muster für die Bewertung des Projekts in der Klassenstufe 7 (vgl. Abb. 15).

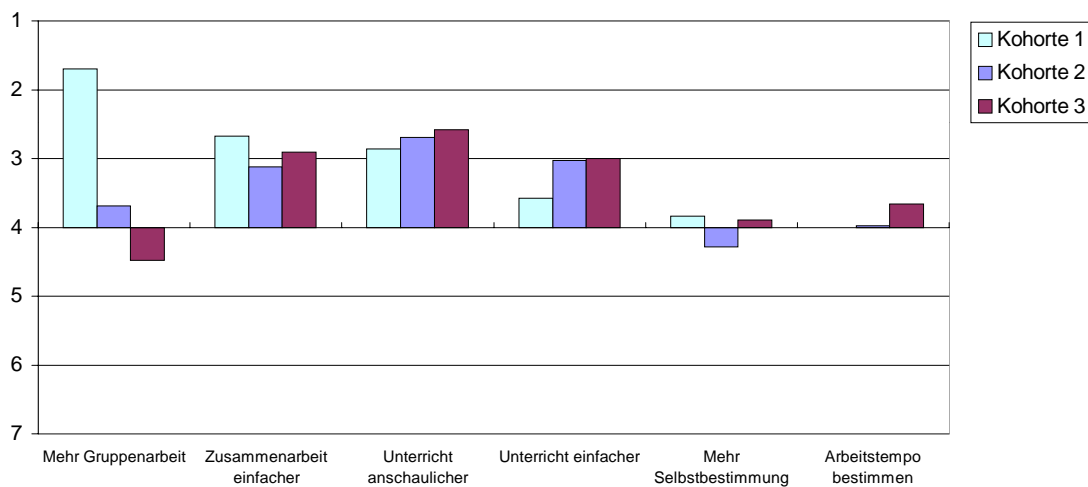


Abb. 15: Mittelwerte der wahrgenommenen Unterrichtsveränderungen in Klasse 7. (semantisches Differential: 1 = Zustimmung; 4 = keine Veränderung im Vergleich zu Unterricht ohne Laptop; 7 = Ablehnung; vollständige deskriptive Statistik vgl. Anhang 4.4.2)

Der Unterricht mit Laptops wurde von allen Kohorten als anschaulicher und einfacher im Vergleich zu Unterricht ohne Laptops beurteilt, wobei die Kohorten 2 und 3 bei der Bewertung der „Einfachheit“ des Unterrichts ein positiveres Urteil abgaben als die Kohorte 1. Sie waren sich auch darin einig, dass der Laptop die Zusammenarbeit erleichtert. Bezüglich der Selbstbestimmung von Lerninhalten und Arbeitstempo tendieren die Werte dagegen in allen drei Kohorten um den Neutralwert der Skala, d. h. in keiner der drei Kohorten waren die Schüler in Klasse 7 der Ansicht, ein größeres Maß an Selbstbestimmung im Unterricht zu

erhalten. Ein deutlich erkennbarer Kohorteneffekt zeigt sich bei der Gruppenarbeit. Während Kohorte 1, wie oben berichtet, eine Zunahme beobachtete, liegen die Werte in Kohorte 2 und 3 in der Nähe des Neutralpunkts der Skala. In Kohorte 3 wurde tendenziell sogar eine Abnahme der Gruppenarbeit im Vergleich zum herkömmlichen Unterricht festgestellt.

	<i>F</i>	<i>df</i> (Hypothese, Fehler)	<i>p</i>	Paarweise Vergleiche (Mittlere Differenz) <sup>22</sup>		
				K 1 – K 2	K 2 – K 3	K 1 – K 3
Gruppenarbeit <sup>23</sup>	54.58	2, 194	< .01	-1.99**	-.74**	-2.73**
Einfachheit	4.88	2, 194	< .01	.61*	.05	.66*

Tab. 20: Ergebnisse der univariaten Tests zu Unterschieden zwischen Unterrichtstätigkeiten (*F*-Test) und paarweise Vergleiche in den Kohorten 1, 2 und 3 in Klassenstufe 7 (\*\*:  $p < .01$ ; \*:  $p < .05$ ; (\*):  $p < .10$ ; vgl. Anhang 4.4.2)

Die Absicherung der Unterschiede mittels einer multivariaten Varianzanalyse bestätigt die deskriptiv feststellbaren Unterschiede. In die Analyse gingen 48 Fragebögen der ersten Kohorte, 75 Fragebögen der zweiten Kohorte und 74 Fragebögen der dritten Kohorte ein. Die Prüfung ergab auf multivariatem Niveau einen hochsignifikanten Effekt (*Pillais Spur* = .44;  $F(10, 382) = 10.76$ ;  $p < .01$ ; vgl. Anhang 4.4.2). Die anschließend durchgeführten univariaten Tests zeigten für die Items „Gruppenarbeit“ und „Einfachheit des Unterrichts“ signifikante Effekte (vgl. Tab. 20).

Der bereits bei der Analyse der äußeren Seite der Handlungsmuster gefundene Kohorteneffekt bezüglich der Nutzung der Laptops für die Teamarbeit wird damit nochmals bestätigt. Mögliche Gründe hierfür wurden bereits weiter oben dargelegt. Dass es sich bei der Reduktion der Gruppenarbeit vermutlich um eine Entscheidung der Lehrer handelt, wird im Kohortenvergleich auch daran deutlich, dass die Schüler aller Kohorten den Laptop prinzipiell als gut geeignet für das kollaborative Arbeiten beurteilen. Ein weiterer Kohorteneffekt zeigt sich in der positiveren Beurteilung der Einfachheit des Unterrichts. Aus den Schülerinterviews geht hierzu hervor, dass der Unterricht deshalb als einfacher empfunden wird, weil das Unterrichtstempo vor allem in der Einführungsphase erheblich gedrosselt wurde und weil der Computer den Schülern einige Arbeiten abnimmt (z. B. das Rechnen im Kopf oder das Schreiben mit der Hand). Besonders Schüler, die sich bereits gut mit dem Computer auskannten, beschrieben den Unterricht als einfacher, während Schüler, die vor dem Einstieg in das Projekt über weniger gute Kenntnisse verfügten, den Unterricht als in Teilen schwieriger beschrieben. Die positive Bewertung in Kohorte 2 und 3 könnte also damit zusammen-

<sup>22</sup> Das Signifikanzniveau wurde nach Bonferroni für die Mehrfachvergleiche angepasst.

<sup>23</sup> Da bei diesem Item die Annahme der Varianzhomogenität verletzt war, wurde der Unterschied mit einem Kruskal-Wallis-Test abgesichert ( $\chi^2 = 80.74$ ;  $p < .01$ ; vgl. Anhang 4.4.2)

hängen, dass diese beiden Kohorten mit einer höheren Computerkompetenz in das Projekt einstiegen als die Kohorte 1. Allerdings kann diese Vermutung aufgrund der fehlenden Vorbefragung in Kohorte 1 nicht zweifelsfrei geklärt werden.

### 7.3 Zusammenfassung

Die vorliegende Studie zeigt, dass die Laptops im Rahmen des Projekts in allen Kohorten und über den gesamten Beobachtungszeitraum intensiv genutzt wurden. In erster Linie wurde der Laptop zum Arbeiten mit Anwendungssoftware (Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Präsentationssoftware, Internetbrowser) im Unterricht eingesetzt. Die im gesamten Projektverlauf und für alle Kohorten häufigste Nutzung ist dabei das Schreiben, gefolgt vom Recherchieren von Information auf CD-ROM und ab Klasse 8 auch im Internet. Darüber hinaus wird der Laptop in allen Kohorten häufig für kreative Gestaltungsaufgaben (z. B. Formatierung von Texten bzw. elektronische Gestaltung von Schülerprodukten) angewandt. Spezielle Lernsoftware wird in den Hauptfächern vor allem im Fach Mathematik eingesetzt. Es handelt sich bei den hier benutzten Programmen allerdings in der Mehrzahl nicht um Übungsprogramme oder tutorielle Systeme, wie sie unter 3.2.1 beschrieben wurden, sondern eher um Werkzeugsoftware, mit der beispielsweise geometrische Konstruktionen oder algebraische Funktionen am Rechner dargestellt und manipuliert werden können. Tutorielle und Übungssoftware wurde vor allem auf freiwilliger Basis im Fach Englisch sowie zum Erlernen des Zehnfingersystems eingesetzt. Der seltene Einsatz fachspezifischer Lernsoftware wurde in den Interviews vor allem damit begründet, dass für viele Unterrichtsthemen keine geeignete Software zur Verfügung steht.

Die Häufigkeit von elektronischen Recherchen mittels CD-ROM und World Wide Web deutet zudem darauf hin, dass auch in diesem Modellversuch der Computer besonders im Rahmen von Projektarbeit eingesetzt wurde. Diese Vermutung wird durch die Interviewbefragung unterstützt und weiter differenziert. Die Interviewbefragung und die Unterrichtsbeobachtung geben, wie im folgenden noch genauer ausgeführt wird, Hinweise darauf, warum ein Mehr an Projektarbeit nicht zu einer positiveren Bewertung der Schüler bezüglich ihrer Selbstbestimmung von Lerninhalten und Arbeitstempo geführt hat.

Auf der Grundlage der Fragebögen nicht bestätigt werden konnte dagegen der in anderen Untersuchungen gefundene Anstieg kollaborativer Sozialformen im Unterricht mit Laptops. Zwar wurden die Laptops in allen Kohorten gelegentlich bis häufig zum Zusammenarbeiten eingesetzt, über den Projektzeitraum zeigte sich jedoch eine kontinuierliche Abnahme. Zwei der drei Kohorten berichteten über eine ähnliche Häufigkeit von Gruppenunterricht wie im

laptopfreien Unterricht. Auch dies Ergebnis wird durch die im folgenden dargestellte Interviewstudie und die Unterrichtsbeobachtung unterstützt und weiter differenziert.

Auf der inneren Seite der Handlungsmuster kann festgehalten werden, dass die Nutzung von Laptops für alle Kohorten und über den untersuchten Zeitraum konsistent dazu beiträgt, den Unterricht anschaulicher und teilweise auch einfacher für die Schüler zu machen. Diese Bewertung scheint nicht in direktem Zusammenhang zur äußeren Seite der Handlungsmuster zu stehen, da sich hier in einigen Fällen signifikante Unterschiede über den Projektzeitraum bzw. zwischen den Kohorten gezeigt haben.

Abschließend muss darauf hingewiesen werden, dass im Fragebogen, besonders bezüglich der Unterrichtstätigkeiten nur solche Nutzungen vorkommen, die zu Beginn des Projekts bereits bekannt bzw. geplant waren. Nutzungen, die von den Lehrerinnen und Lehrern erst im Verlauf des Projekts entwickelt wurden, tauchen in dem Fragebogen nicht auf. Ein Beispiel ist die Verwendung des Programms Powerpoint für Referate und Präsentationen der Schüler, das von den Lehrerinnen und Lehrern in den Interviews als sehr gewinnbringend beschrieben wurde. Darüber hinaus wird in den Interviews deutlich, dass die Laptops mitunter für Tätigkeiten genutzt wurden, die sich den im Fragebogen vorgegebenen Antwortalternativen nur schwer zuordnen ließen (z. B. als Werkzeug im Mathematikunterricht). In diesem Fall wurde die offene Kategorie „Sonstiges“ nur selten genutzt. Die berichteten Ergebnisse zeichnen deshalb nicht mehr als ein grobkörniges Bild des Unterrichts mit Laptops. Die tatsächlichen Unterrichtstätigkeiten spiegeln sie nur unvollständig wider.

Kritisch reflektiert werden muss auch die Einschätzung der Häufigkeit auf einer relativ unspezifischen Skala. So ist nicht klar, ob alle Laptopschüler der unterschiedlichen Kohorten und im Zeitverlauf unter „häufig“ das gleiche verstehen. Die kontinuierliche Nutzung der Laptops über mehrere Jahre hinweg kann aufgrund der Gewöhnung an die Laptops zu einer Verzerrung geführt haben. Der Einsatz von Laptops wurde möglicherweise immer weniger als „etwas Besonderes“ wahrgenommen und die Nutzungshäufigkeit entsprechend unterschiedlich eingeschätzt. Verzerrungen können bei der verwendeten Skala nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Allerdings ergeben sich aus den anderen Teilstudien keine Hinweise darauf, dass innerhalb oder zwischen den Kohorten grundsätzliche Unterschiede in den Ankerpunkten bei der Bewertung der Häufigkeit der Unterrichtstätigkeiten bestehen. Es wird deshalb davon ausgegangen, dass die Ergebnisse trotz möglicher Verzerrungen interpretierbar sind. Im Sinne einer Datentriangulation wurden dabei die gefundenen Muster vor dem Hintergrund der Ergebnisse der anderen Teilstudien gedeutet.