

**Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie  
der Freien Universität Berlin**

**Konstruktivistischer Unterricht mit Laptops?**

Eine Fallstudie zum Einfluss mobiler Computer  
auf die Methodik des Unterrichts

Dissertationsschrift  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktor der Philosophie  
(Dr. phil.)

vorgelegt von  
Heike Schaumburg

**Gutachter:** Prof. Dr. Ludwig J. Issing  
Freie Universität Berlin  
Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie  
Prof. Dr. Gottfried Lischke  
Freie Universität Berlin  
Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie  
Prof. Dr. Heinz Mandl  
Ludwig-Maximilians-Universität München  
Institut für Pädagogische Psychologie

Berlin, 2002  
*Disputation: 30.01.2003*

## Abstract

*Die Forderung nach „einem Laptop in jedem Schulranzen“ (BMBF, 2000) fällt zusammen mit einer internationalen Diskussion über die Innovation des schulischen Unterrichts. Im Zentrum steht dabei die Förderung von Medien- und Methodenkompetenzen, von Teamfähigkeit und von sinnhaftem Lernen in komplexen und authentischen Zusammenhängen. Mobilen Computern wird das Potenzial zugeschrieben, eine Innovation des schulischen Lehrens und Lernens anzustoßen. Aber können sie diese Hoffnung erfüllen?*

*Die vorliegende Arbeit untersucht diese Frage auf theoretischer und empirischer Ebene. Ausgehend von Didaktik und Lehr-Lern-Forschung wird zunächst ein Raster entwickelt, um unterschiedliche Methodenkonzepte, die bei der Diskussion um eine Veränderung des Unterrichts durch die Integration von Laptops im Zentrum stehen (lehrergeleiteter, schülerzentrierter und konstruktivistischer Unterricht), zu definieren und voneinander abzugrenzen. Anschließend wird die Rolle von Medien als zentralem Entscheidungsfeld bei der Gestaltung von Unterricht erörtert und dargelegt, inwiefern Computer aus theoretischer Sicht die Kapazität haben, als Motor für eine konstruktivistische Veränderung der Methodenpraxis zu wirken. Der theoretische Teil der Arbeit endet mit einem Überblick über die aktuelle empirische Befundlage zu Unterrichtsveränderungen durch stationäre und mobile Computer.*

*Der empirische Teil der vorliegenden Arbeit liefert eine differenzierte Analyse der Veränderungen, die sich bei der Integration von Laptops in den Fachunterricht ergeben. Die Grundlage der Untersuchung bilden Daten, die über einen Zeitraum von drei Jahren im Rahmen eines Modellversuchs an einem Nordrhein-Westfälischen Gymnasium gesammelt wurden. Die Analyse von Unterrichtsveränderungen basiert auf einem multimethodischen Vorgehen, das qualitative und quantitative Vorgehensweisen in drei Teilstudien (Schüler- und Lehrerbefragung per Fragebogen, Interviewstudie mit Lehrern und Schülern, Unterrichtsbeobachtung) kombiniert. Es zeigt sich, dass die Einführung von Laptops besonders auf der Ebene der Handlungsmuster und mit Einschränkungen auch bei Sozialformen und dem Rollenverständnis der Lehrer zur Hinwendung zu einer konstruktivistischen Unterrichtspraxis geführt hat. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass medieninhärente Eigenschaften für diese Veränderung ausschlaggebend sind. Für eine konsequente Umsetzung konstruktivistischen Unterrichts reichen diese Medieneigenschaften jedoch nicht aus. Im Rahmen der Analyse der Lehrerinterviews wurden fünf Lehrertypen bestimmt, die sich in der Art, wie sie den Laptop in den Unterricht integrierten, unterschieden (Subsumption unter einen lehrergeleiteten Unterricht, Fokus auf Medienkompetenz und Technik, curricular-inhaltlicher Fokus, didaktisch-methodischer Fokus, konstruktivistische Integration). Anhand der Analyse wird gezeigt, dass die Integration von Laptops nur bei einer Minderheit der Lehrer zu einer konsequenten Veränderung der methodischen Praxis auf allen Unterrichtsebenen geführt hat.*

# Inhalt

<b>1. Einleitung.....</b>	<b>6</b>
<b>2. Beschreibung und Analyse von Unterricht .....</b>	<b>9</b>
2.1 Unterrichtsqualität aus der Sicht der Didaktik	11
2.1.1 Das didaktische Dreieck .....	12
2.1.2 Kategorien zur Beschreibung von Unterrichtshandlungen und -methoden.....	14
2.2 Unterrichtsqualität aus der Sicht der Lehr-Lern-Forschung	18
2.3 Ganzheitliche Unterrichtskonzepte in der Didaktik und in der Lehr-Lernforschung	21
2.3.1 Lehrergeleiteter Unterricht .....	24
2.3.2 Offener, schülerzentrierter Unterricht .....	27
2.3.3 Konstruktivistischer Unterricht .....	30
2.3.4 Zur Abgrenzung von konstruktivistischem und offenem Unterricht.....	35
2.4 Zusammenfassung	36
<b>3. Unterrichtsveränderungen durch Computer? .....</b>	<b>37</b>
3.1 Der Computer als Unterrichtsmedium	38
3.2 Computer als Katalysator für einen konstruktivistischen Unterricht	45
3.2.1 Übungsprogramme, tutorielle Systeme und ITS .....	46
3.2.2 Simulationen und Mikrowelten .....	48
3.2.3 Hypermediale Systeme und das World Wide Web .....	50
3.2.4 Anwendungssoftware .....	52
3.3 Empirische Untersuchungen zur Integration von Computern in den Schulunterricht	54
3.3.1 Computerausstattung deutscher Schulen im internationalen Vergleich .....	57
3.3.2 Unterrichtsmethodische Veränderungen .....	59
3.3.3 Lerneffektivität .....	70
3.3.4 Rahmenbedingungen des Computereinsatzes .....	73
3.4 Zusammenfassung	78
<b>4. Eine neue Initiative zur Computerintegration: Der Einsatz mobiler Computer.....</b>	<b>80</b>
4.1 Modellversuche zur Nutzung mobiler Computer in der Schule	81
4.2 Empirische Untersuchungen zu schulischen Laptop-Projekten	83
4.2.1 Unterrichtsmethodische Veränderungen .....	84
4.2.2 Lerneffektivität .....	91
4.2.3 Fachübergreifende Kompetenzen und affektive Variablen .....	94
4.3 Zusammenfassung	96
<b>5. Forschungsfragen.....</b>	<b>98</b>

<b>6. Anlage der Studie</b> .....	<b>101</b>
6.1 Hintergrund: Der Pilotversuch „Notebook-Klassen – Lernen für die Zukunft“	102
6.1.1 Pädagogisches Konzept .....	103
6.1.2 Koordination, Qualifikation und Unterstützung der Lehrkräfte .....	107
6.1.3 Einbezug der Eltern .....	108
6.2 Begleitforschung zum Pilotversuch	108
6.3 Methode der vorliegenden Untersuchung	110
6.4 Überblick über die Teiluntersuchungen der Studie	112
<b>7. Teilstudie I: Deskriptive Fragebogenuntersuchung</b> .....	<b>113</b>
7.1 Methode	113
7.2 Ergebnisse	118
7.2.1 Ausgangslage der Schüler .....	118
7.2.2 Ausgangslage der Lehrer .....	121
7.2.3 Nutzung der Laptops im Unterricht.....	123
7.2.4 Unterrichtsveränderungen .....	123
7.3 Zusammenfassung	133
<b>8. Teilstudie II: Explorative Leitfaden-Interviews</b> .....	<b>135</b>
8.1 Vergleichende Analyse der Lehrer- und Schülerinterviews	136
8.1.1 Methode .....	136
8.1.2 Ergebnisse.....	141
8.1.2.1 Sozialformen.....	141
8.1.2.2 Handlungsmuster .....	145
8.1.2.3 Rollenverständnis .....	152
8.1.2.4 Lernziele und Lerninhalte.....	156
8.1.2.5 Laptop oder Computerraum?.....	162
8.2 Typologische Analyse	166
8.2.1 Methode .....	166
8.2.2 Ergebnisse.....	169
8.2.2.1 Typ 1: Subsumption unter einen lehreergeleiteten Unterrichtsstil .....	169
8.2.2.2 Typ 2: Fokus auf Medienkompetenz und Technik.....	171
8.2.2.3 Typ 3: Curricular-inhaltlicher Fokus .....	173
8.2.2.4 Typ 4: Didaktisch-methodischer Fokus.....	175
8.2.2.5 Typ 5: Konstruktivistische Integration .....	177
8.3 Zusammenfassung	178
<b>9. Teilstudie III: Unterrichtsbeobachtung</b> .....	<b>179</b>
9.1 Methode	179
9.2 Ergebnisse	184
9.2.1 Medienwahl .....	184
9.2.2 Sozialformen.....	185
9.2.3 Handlungsmuster .....	186
9.2.4 Rollenverständnis .....	187
9.3 Zusammenfassung	188

---

<b>10. Zusammenfassende Betrachtung und Diskussion .....</b>	<b>192</b>
10.1 Einsatz der Laptops im Unterricht	193
10.2 Veränderung von Sozialformen	195
10.3 Veränderung von Handlungsmustern	198
10.4 Veränderung des Rollenverständnisses	199
10.5 Veränderung der Lernziele	202
10.6 Einfluss von Lehrervariablen	203
10.7 Rolle des schulorganisatorischen Kontexts	204
10.8 Bedeutung der Mobilität der Computer und Vollausrüstung	206
10.9 Zusammenfassung: Konstruktivistisches Lernen durch Laptops?	207
<b>11. Ausblick.....</b>	<b>209</b>
11.1 Grenzen der vorliegenden Untersuchung und Anregungen für zukünftige Forschungsarbeiten	210
11.2 Empfehlungen für die Durchführung von Laptop-Projekten	214
<b>12. Literatur .....</b>	<b>218</b>
<b>13. Anhang.....</b>	<b>233</b>
Teilstudie 1	
Anhang 1: Fragebogen zur Hauptbefragung der Schüler .....	234
Anhang 2: Fragebogen zur Vorbefragung der Schüler.....	238
Anhang 3: Fragebogen zur Vorbefragung der Lehrer .....	241
Anhang 4: Statistische Berechnungen zu Teilstudie 1 .....	246
Teilstudie 2	
Anhang 5: Interviewleitfäden (Lehrer und Schüler).....	264
Teilstudie 3	
Anhang 6: Beobachtungsraster der Unterrichtsbeobachtung .....	268
Anhang 7: Statistische Berechnungen zu Teilstudie 3 .....	271

## 1. Einleitung

Haben Computer das Potenzial, schulisches Lernen zu verändern und wenn ja, unter welchen Bedingungen? Worin liegen die Gründe, dass sich Schulunterricht bisher so wenig durch die Integration des Computers verändert hat? Inwiefern kann die Einführung mobiler Computer helfen, Probleme zu überwinden, die bisher der Integration des Computers in den Unterricht entgegenstanden? Welche positiven und negativen Erfahrungen werden in solchen Laptop-Projekten gemacht? Dies sind Fragen, mit denen sich die vorliegende Arbeit auseinandersetzt. Der Einsatz von Informationstechnologien in der Schule wird nunmehr seit über 30 Jahren propagiert. Anfang der 70er Jahre war es zunächst der programmierte Unterricht, mit dem die Hoffnung verbunden wurde, die damalige Bildungskrise zu überwinden und schulisches Lernen durch den Einsatz des Computers grundlegend zu reformieren. Der erhoffte Erfolg blieb jedoch aus. Schulische Lernprozesse ließen sich auch mithilfe exakt vorgeplanter und erprobter Programme nicht im erwarteten Maß optimieren. Schon nach wenigen Jahren musste eingestanden werden, dass der programmierte Unterricht weder zu einer Steigerung der Lerneffizienz von Schule noch zu einer Kostensenkung im Bildungswesen beigetragen hatte. Die Lernlabors wurden wieder abgebaut und verstaubten in den Kellern der Schulen bis zehn Jahre später eine neue Technologie-Welle die Schulen erfasste. Mit der Entwicklung des Mikrocomputers brach das „Informationszeitalter“ an. Der Personal Computer wurde als Auslöser tiefgreifender gesellschaftlicher Veränderungen gesehen. Der Computer-Einsatz in Schulen wurde von nun an nicht nur gefordert, um schulisches Lernen zu rationalisieren und effektivieren, obwohl auch hier in Folge der kognitiven Wende in der Psychologie vielversprechende neue Ansätze entwickelt wurden. Der Vormarsch des Computers in vielen gesellschaftlichen Bereichen ließ den Ruf nach einer umfassenden Medienbildung als Teil der schulischen Ausbildung laut werden. Anfang der achtziger Jahre wurde in Deutschland die informationstechnische Grundbildung (ITG) in der Sekundarstufe I eingeführt. Der Computer sollte damit als Gegenstand und Werkzeug im Schulunterricht fest verankert werden. Die Maßnahme war unterstützt von zahlreichen Modellversuchen, sowie Initiativen zur Curriculum- und Software-Entwicklung und zur Lehrerweiterbildung (Schulz-Zander & Hendricks, 2000). Auch wenn seither Computerräume zur Ausstattung vieler Schulen gehören, blieb die angestrebte Breitenwirkung jedoch ein weiteres Mal aus. Wiederum gelang es nicht, den Computer zum selbstverständlichen Lernwerkzeug im Unterricht zu machen, und zwar weder in Deutschland noch in zahlreichen anderen Industrienationen, in denen ähnliche Initiativen wie in Deutschland gestartet worden waren (Collis, 1996). Die bislang letzte Welle

der Computerintegration in den Schulen begann Mitte der neunziger Jahre und weist verblüffende Ähnlichkeiten mit der zweiten Welle auf: Auch sie wurde ausgelöst, als eine neue informationstechnologische Entwicklung, nämlich das Internet oder genauer das World Wide Web, auf breiter Basis gesellschaftliche Akzeptanz fand. Wiederum werden Medienkompetenz und Verbesserung des Lernens ins Feld geführt, um die Integration von Computern in den Unterricht zu begründen und wiederum sind die treibende Kraft für die Integration neuer Medien in der Schule staatliche und private bildungspolitische Initiativen, die auf nationaler und internationaler Ebene sowohl für die technische Ausstattung der Schulen sorgen als auch die Entwicklung von Lernsoftware und Unterrichtskonzepten und die Qualifizierung von Lehrkräften im Bereich neuer Medien vorantreiben. Einige prominente jüngere Beispiele hierfür sind die Initiative „Schulen ans Netz“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und der Deutschen Telekom, das Förderprogramm „Neue Medien in der Bildung“ des BMBF oder die Initiative „eEurope“ der Europäischen Union (BMBF, 2000). Auch diese dritte Welle der Computerintegration fällt zusammen mit einem „Paradigmenwechsel“ in der pädagogischen Lerntheorie, nämlich der Abwendung von kognitiven zu sogenannten konstruktivistischen Lerntheorien. Diese nehmen den Lernenden als aktiv-konstruierendes Subjekt zum Ausgangspunkt ihrer didaktischen Überlegungen und entwickeln daraus die Forderung nach einer grundlegenden Reform des schulischen Lernens hin zu mehr Selbststeuerung, Kooperation und Authentizität. Computern und Internet wird dabei eine Katalysatorfunktion für die Veränderung von Unterricht zugeschrieben, da sie mit neuen Lernprogrammen ein selbstgesteuertes konstruierendes Lernen ermöglichen sollten und über das Internet die Verfügbarkeit an authentischer, multiperspektivischer Information sowie die Kommunikation über die engen Grenzen des Klassenraums hinaus erleichtern (Kerres, 2000). Bisherige Initiativen haben jedoch, wie beispielsweise die Begleitforschung zum Projekt *Schulen ans Netz* zeigt, zumindest bisher erneut nicht die erhoffte Wirkung für eine Veränderung des Lernens erzielt (Hunneshagen, Schulz-Zander & Weinreich, 2001), auch wenn Schulz-Zander (2001) zu bedenken gibt, dass es für eine abschließende Bewertung noch zu früh sein dürfte.

Als Teil dieser Reformbewegung wird seit der Entwicklung tragbarer Computer zu Beginn der neunziger Jahre auch mit dem Einsatz von Laptops in der Schule experimentiert. In den meisten Projekten erhält jeder Schüler sein eigenes Gerät, das aufgrund seiner Mobilität sehr flexibel eingesetzt werden kann. Mobile Computer stehen den Schülern nicht nur für den Gebrauch in der Schule und zuhause zur Verfügung, sondern können auch in verschiedenen Fachräumen, in der Schulbibliothek oder bei Exkursionen eingesetzt werden. Laptop-Projekte

lösen damit zwei Probleme, die sich in der Vergangenheit häufig als Hemmnis für die Integration von Computern in den Unterricht erwiesen haben: die mangelhafte Computerausstattung vieler Schulen (in Deutschland teilten sich nach Angaben des BMBF im Jahr 2001 18 Schüler einen Computer) und die schlechte Zugänglichkeit der Geräte (die Mehrzahl der Computer an deutschen Schulen befindet sich in Computerräumen, zu denen Lehrer und Schulklassen meist nur nach vorherigen Absprachen/Reservierungen Zugang haben). In Laptop-Projekte wird deshalb die Hoffnung gesetzt, endlich das Versprechen von einer Reform des Lernens einzulösen, das stationäre Computer bisher nicht erfüllt haben.

Die vorliegende Studie beschäftigt sich aus theoretischer und empirischer Perspektive mit der Frage, welches Potenzial mobile Computer für die Veränderung von Unterricht haben. Im zweiten Kapitel wird dazu zunächst das Konstrukt *Unterricht* aus Sicht der Didaktik und der Lehr-Lernforschung theoretisch aufgearbeitet. Dabei werden die unterschiedlichen Methodenkonzepte, die bei der Diskussion um eine Veränderung des Unterrichts durch die Integration von Laptops im Zentrum stehen, nämlich der lehrergeleitete, der schülerzentrierte und der konstruktivistische Unterricht, definiert und voneinander abgegrenzt. Das dritte Kapitel behandelt die Rolle von Medien als einem der zentralen Entscheidungsfelder bei der Gestaltung von Unterricht. Der Blick richtet sich in diesem Kapitel schließlich auf den Computer als Unterrichtsmedium. Eine Erläuterung unterschiedlicher Lernprogrammtypen verdeutlicht in diesem Zusammenhang die didaktische Funktion, die Computern im Lernprozess zugeschrieben wird. Ein Überblick über empirische Befunde, die bisher zur Veränderung des Unterrichts durch Computer vorliegen, bildet das Ende des Kapitels. In diesem Überblick wird das unterrichtsmethodische Raster, das in Kapitel 2 dieser Arbeit entwickelt wurde, wieder aufgegriffen und aufgezeigt, wo bisher Veränderungen in der vermuteten Richtung von lehrergeleiteten zu konstruktivistischen Methoden festgestellt werden konnten und inwiefern sich diese auf die Integration des Computers zurückführen lassen. Das Kapitel endet mit einer Betrachtung derjenigen Faktoren, die bisher eine umfassende Integration des Computers in den schulischen Unterricht verhindert haben. Kapitel 4 legt anschließend dar, warum mit mobilen Computern die Hoffnung verbunden wird, das Versprechen einer Reform des Lernens einzulösen, das stationäre Computer bisher nicht gehalten haben. Anhand eines Überblicks über Ergebnisse von Pilotversuchen mit Laptopklassen, die bisher vor allem im US-amerikanischen Raum durchgeführt wurden, wird der gegenwärtige Forschungsstand zusammengefasst. Das Kapitel zeigt auch Mängel bisheriger Untersuchungen auf, die den Ausgangspunkt für die im empirischen Teil dieser Arbeit aufgeworfenen Forschungsfragen bilden.



Der empirische Teil der vorliegenden Arbeit beleuchtet die Frage nach dem Potenzial von Laptops für die Veränderung schulischen Unterrichts auf der Grundlage von Daten, die im Rahmen der Begleitforschung des Modellversuchs „Notebook-Klassen – Lernen für die Zukunft“ am Evangelisch-Stiftischen Gymnasium in Gütersloh gewonnen wurden. Die Analyse von Unterrichtsveränderungen basiert auf einem multimethodischen Vorgehen, das qualitative und quantitative Vorgehensweisen kombiniert. Kapitel 6 erläutert das methodische Vorgehen, bevor in den Kapiteln 7 bis 9 die drei Teilstudien der Untersuchung beschrieben werden. Eine Synthese der Ergebnisse in Hinblick auf die eingangs formulierten Forschungsfragen leistet das Kapitel 10. Im Ausblick (Kapitel 11) werden die Grenzen der Studie reflektiert und darauf aufbauend Anregungen für zukünftige Forschungsbemühungen gegeben. Die Arbeit schließt mit praktischen Empfehlungen für die Integration von Laptop-Computern in der Schule.

## 2. Beschreibung und Analyse von Unterricht

Im Unterschied zum Lehren im allgemeinen zeichnet sich Unterricht dadurch aus, dass er eine systematische, geplante Lernerfahrung darstellt (Einsiedler, 1981). Systematik und Planung bedeuten dabei jedoch keinesfalls, dass Unterricht ein einfaches, klar beschreibbares Phänomen darstellt. Übersichtsdarstellungen zur Unterrichtsforschung und Unterrichtstheorie beginnen deshalb häufig mit der Feststellung, dass Unterricht äußerst komplex ist. Seine Qualität hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, die eine Beschreibung oder gar eine Vorhersage von Unterrichtsergebnissen schwierig macht (Grommelt, 1991; Helmke & Weinert, 1997). Darüber hinaus vollzieht sich schulischer Unterricht als „veranstaltetes Lehren und Lernen“ (Schöler, 1977, S. 10) innerhalb eines Bedingungsgefüges institutioneller Faktoren, die ebenfalls bei der Analyse berücksichtigt werden müssen.

Der Fokus der vorliegenden Untersuchung richtet sich auf das konkrete Unterrichtsgeschehen und die Veränderungen, die sich auf der Ebene der Unterrichtsdurchführung durch die Integration mobiler Computer ergeben. Die Einwirkung der übergeordneten Ebenen der Bildungsplanung, des Schulbezirks, und der Einzelschule werden zwar nicht völlig ausgeblendet. Sie werden jedoch nur insoweit berücksichtigt, wie sich aus der Analyse des konkreten Unterrichtsgeschehens direkte Zusammenhänge mit den darüberliegenden Ebenen ergeben. Die Analyse geht also stets vom realisierten Unterricht aus.

Die Beschreibung und Analyse von Unterricht wird primär von zwei unterschiedlichen Fachdisziplinen geleistet: der Didaktik und der Lehr-Lernforschung.

Die Auseinandersetzung der *Didaktik* mit dem Thema Unterricht ist dabei weitgehend theoretisch. Berner (1999) bezeichnet die Didaktik als eine auf die vorhandene und gewollte Praxis bezogene Form der wissenschaftlichen Reflexion. Didaktik habe „die Aufgabe des Durchdenkens und Verantwortens von Praxis“ (S. 36). Die didaktische Reflexion findet, wie in Kapitel 2.1 noch genauer ausgeführt wird, auf verschiedenen Ebenen statt. Auf der Meta-Ebene steht die Auseinandersetzung mit dem Bildungsbegriff als gesellschaftlicher Kategorie, auf der konkreten Anwendungs-Ebene die Analyse und Beschreibung des Lehrens und Lernens in Bildungsinstitutionen. Diese unterste Analyse-Ebene ist für die vorliegende Untersuchung von Bedeutung. Innerhalb der Didaktik stellt sie als *Unterrichtsmethodik* einen eigenen Teilbereich dar.

Die *Lehr-Lernforschung* wählt dagegen einen empirischen Zugang zur Analyse und Beschreibung von Unterricht. Anders als die Didaktik setzt ihre Analyse grundsätzlich auf der Ebene des konkreten Unterrichts an. Die darüber liegenden Ebenen werden, wenn überhaupt, als periphere, kontextuelle Faktoren in den Blick genommen. Die Beschäftigung mit der Unterrichtsmethodik findet in der Lehr-Lernforschung in erster Linie unter dem Gesichtspunkt ihrer Wirkung auf die Lernenden statt. Im Zentrum der Betrachtung stand dabei lange Zeit der Zusammenhang von Unterrichtsmethoden und curricularen Leistungen der Schüler (Brophy & Good, 1986). In jüngeren Untersuchungen werden jedoch zunehmend weitere Variablen, z. B. Lehrerkognitionen, Schülermotivation usw., einbezogen, um einer ganzheitlichen Analyse von Unterrichtsprozessen näher zu kommen (Helmke & Weinert, 1997).

Die vorliegende Untersuchung steht in der Tradition der Lehr-Lernforschung, insofern als dass sie die Wirkungen von Computern im Unterricht auf der Grundlage der empirischen Beobachtung zu verstehen versucht. Dabei erkennt sie jedoch, dass die Unterrichtsmethodik der Lehr-Lernforschung im Hinblick auf die Systematisierung und Kategorisierung von Unterrichtsmethoden und Unterrichtskonzepten überlegen ist, da sie die Unterrichtspraxis auf der Grundlage eines umfassenden theoretischen Verständnisses reflektiert. Auch die komplexen Wechselwirkungen der eingangs angesprochenen Vielzahl von Unterrichtsfaktoren, die eine Vorhersage von Unterrichtsergebnissen für die Lehr-Lernforschung so schwierig macht, lässt sich auf der Grundlage eines theoretischen Ansatzes wie dem der Didaktik besser verstehen.

Bei der Recherche des gegenwärtigen Kenntnisstands zum Komplex „Unterricht und Unterrichtsmethoden“ wird jedoch schnell deutlich, dass Methodik und Lehr-Lernforschung bisher

kaum Notiz voneinander genommen haben.<sup>1</sup> Im folgenden wird der Versuch unternommen, diese beiden Perspektiven zu verbinden. Zunächst wird auf der Grundlage der Methodik ein Raster zur Beschreibung methodischen Handelns im Unterricht entwickelt. Dieses Raster wird anschließend mit den Untersuchungsschwerpunkten und einigen Hauptergebnissen der empirischen Lehr-Lernforschung konfrontiert um aufzuzeigen, inwieweit Überschneidungsbereiche bestehen und das Raster sich empirisch untermauern lässt.

Einen Teilbereich der Auseinandersetzung mit Unterrichtsmethoden stellt sowohl in der Methodik wie in der empirischen Lehr-Lernforschung die Beschäftigung mit ganzheitlichen Unterrichtskonzepten dar. Auch die vorliegende Arbeit befasst sich mit der qualitativen Veränderung von Unterricht auf der Ebene solcher Gesamtkonzeptionen. Deshalb werden im letzten Abschnitt dieses Kapitels drei in der Diskussion um Unterrichtsveränderungen durch den Computer relevante Konzepte anhand des methodischen Rasters beschrieben und voneinander abgegrenzt: der lehrergeleitete Unterricht, der schülerzentrierte (offene) Unterricht und der konstruktivistische Unterricht. Ergebnisse aus der Lehr-Lernforschung werden dabei wiederum hinzugezogen, um empirisch belegte Wirkungen dieser Gesamtkonzepte aufzuzeigen.

## 2.1 Unterrichtsqualität aus der Sicht der Didaktik

Die Beschreibung und Analyse von methodischen Aspekten des Unterrichts ist nur ein kleiner Ausschnitt des didaktischen Beschäftigungsfelds. Schöler (1977) unterscheidet drei Wissenschaftsebenen der Didaktik. Auf der Meta-Ebene beschäftigt sie sich mit dem pädagogischen Grundverhältnis des Menschen zu seiner Kultur und Gesellschaft (Bildungsdidaktik und Curriculumtheorie). Die darunterliegende Ebene stellt die Unterrichtsdidaktik, d. h. die Analyse von Phänomenen und Strukturbeziehungen des Unterrichts, dar. Auf der Ebene der konkreten Anwendung wird schließlich die didaktisch-methodische Umsetzung gestellter Bildungsanforderungen innerhalb der Institution „Schule“ untersucht. Die Beschreibung und Untersuchung von Unterrichtsqualität und -methode findet sowohl auf der Ebene der Unterrichtsdidaktik als auch auf der Anwendungsebene statt, wird jedoch auch von der Ebene der Bildungsdidaktik beeinflusst, da hier wesentliche Entscheidungen über Bildungsinhalte getroffen werden. Schöler (1977) wie auch Meyer (1987) weisen auf die enge Verzahnung von Didaktik und Methodik hin, die eine strikte Trennung dieser beiden Felder sinnlos erscheinen lässt. Dennoch lässt sich die Methodik von der allgemeinen Didaktik dadurch

---

<sup>1</sup> Eine Ausnahme bildet die Arbeit von Einsiedler (1981), auf die in dieser Untersuchung an verschiedenen Stellen Bezug genommen wird.

abgrenzen, dass sie sich auf Entscheidungen und Prozesse auf der konkreten Handlungsebene bezieht (Meyer, 1987).

### 2.1.1 Das didaktische Dreieck

Die Frage nach den zentralen Faktoren des Unterrichts und ihrer Beziehung wird in der Methodik gemeinhin in der Form eines Dreiecks mit den Eckpunkten *Schüler* (Lernende), *Lehrer* und *Inhalt* (Stoff) beschrieben (Stöcker, 1970).

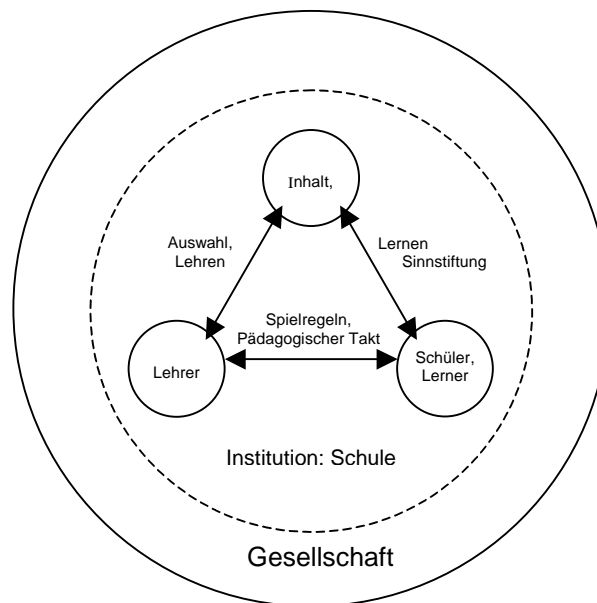


Abb. 1: Neuere Konzeption des didaktischen Dreiecks (nach Berner, 1999)

Anders als in frühen Konzeptionen, die von unidirektionalen Beziehungen zwischen Schüler, Lehrer und Inhalt ausgehen (Stöcker, 1970), wird in aktuellen didaktischen Schriften die Wechselwirkung zwischen den Faktoren (Klingberg, 1995, Meyer, 1987) und ihre Einbindung in den gesellschaftlichen Kontext betont (Berner, 1999; Meyer, 1987, aber auch schon bei Schöler, 1977; vgl. Abb. 1). Ein solches gleichberechtigtes Wechselwirkungsverhältnis postuliert bereits das Strukturmodell der lehrtheoretischen Didaktik (Schulz, 1965, zit. nach Einsiedler, 1981; Heimann, 1976; zit. nach Berner, 1999). Danach konstituiert sich Unterricht in sechs sogenannten „Strukturmomenten“: seinen anthropogenen und soziokulturellen Voraussetzungen (gesellschaftliche und institutionelle Bedingungsfelder), und den unterrichtlichen Entscheidungsfeldern Intentionalität (Lehrer), Thematik (Inhalt), Methodik und Medienwahl. Anders als neuere Modelle ist das Strukturmodell von Heimann und Schulz jedoch in erster Linie auf den Lehrer ausgerichtet. In aktuellen didaktisch-methodischen Konzeptionen (z. B. Berner, 1999; Bönsch, 2000; Meyer, 1987) fällt den Schülern dagegen

eine aktiv-konstituierende Rolle im Unterricht zu. Stellvertretend werden hier die Überlegungen zum didaktischen Dreieck von Meyer (1987) beschrieben, auf die die neueren Arbeiten der vorgenannten Autoren explizit oder implizit aufbauen.

Die Wechselwirkungen zwischen den drei Polen Schüler, Lehrer und Inhalt und dem Kontext von Schule/Gesellschaft im didaktischen Dreieck beschreibt Meyer (1987) folgendermaßen: Die *Inhalte* einer konkreten Unterrichtseinheit werden durch den *Lehrer* bestimmt. Er wählt das Thema einer Unterrichtseinheit aus den im Curriculum vorgegebenen (und damit gesellschaftlich determinierten) Inhalten aus und entscheidet aufgrund seines methodischen Handelns, wie es in einer Stunde erarbeitet wird. Die *Schüler* transformieren diese Inhalte durch die von ihnen subjektiv konstruierten Bedeutungen und Sinnstiftungen. Inhalte werden also von Lehrern und Schülern in der Unterrichtsarbeit auf der Grundlage gesellschaftlicher und institutioneller Vorgaben gemeinsam konstruiert.<sup>2</sup> Die Interaktion von *Lehrer* und *Schüler* im Unterricht ist zielbezogen, d. h. sie dient der gemeinsamen Auseinandersetzung mit den Lerninhalten im Hinblick auf bestimmte Lernziele. Kennzeichnend für diese Beziehung ist dabei jedoch ein „natürlicher Interessenkonflikt“ von Lehrer und Schülern, d. h. die Lehrziele des Lehrers entsprechen nicht notwendig den Handlungszielen der Schüler. Institutionelle „Spielregeln“ (z. B. die Macht des Lehrers, Inhalt und Struktur des Unterrichts vorzugeben und die Möglichkeiten der Schüler, auf diese Vorgaben mit Zustimmung, Widerspruch oder Verweigerung zu reagieren) und der „pädagogische Takt“ (d. h. das methodische Geschick des Lehrers, die pädagogische Situation trotz dieses Grundwiderspruchs für sich und die Schüler befriedigend zu gestalten und die Bereitschaft der Schüler, sich solidarisch am Unterricht zu beteiligen) sorgen dabei dafür, dass dieser Interessenkonflikt produktiv ausgetragen werden kann.

Reflektiert man die Qualität von Unterricht vor dem Hintergrund des didaktischen Dreiecks, so wird offensichtlich, dass die eingesetzten Methoden immer in Bezug zu den drei Polen Inhalt, Lehrer und Schüler gesehen werden müssen. Die Wahl einer Unterrichtsmethode ergibt sich aus der Interaktion von Lehrer, Inhalt und Schülern dergestalt, dass der Lehrer aus seinem Verständnis des Gegenstands, aus seiner Wahrnehmung der Schülergruppe und aus seiner Selbstwahrnehmung heraus eine ihm angemessen erscheinende Methode wählt. Die methodische Umsetzung, d. h. die tatsächlichen Unterrichtshandlungen und ihre Wirksamkeit in Hinblick auf bestimmte Unterrichtsziele wird darüber hinaus durch die Reaktion der Schüler und durch die für beide geltenden Interaktionsregeln in der Institution Schule beeinflusst.

---

<sup>2</sup> Meyers Vorstellung von Unterricht weist damit eine große Nähe zu dem am Ende dieses Kapitels beschriebenen konstruktivistischen Unterrichtskonzept auf.

### 2.1.2 Kategorien zur Beschreibung von Unterrichtshandlungen und -methoden

Obwohl die Unterrichtsmethodik integraler Bestandteil der meisten allgemein-didaktischen Modelle ist, herrscht auf der Ebene der Beschreibung und Einteilung konkreter unterrichtsmethodischer Ansätze, um die es im folgenden gehen soll, eine verwirrende Vielfalt von Definitionen und Kategorien. Die verwendeten Begriffe sind wenig systematisch und entstammen unterschiedlichen Theorien und Praxiszusammenhängen. Häufig wird die unterrichtsmethodische Literatur deshalb auch abfällig als „Kompendien- und Rezeptliteratur“ (Grommelt, 1991; Meyer, 1987) bezeichnet. Bis heute existiert kein in sich geschlossenes und allgemein anerkanntes System zur formalen Beschreibung von Unterricht. Eine Systematisierung, die theoretische Grundlagen mit empirischer Forschung verbindet, legt Einsiedler (1981) vor. Im Kontext der vorliegenden Arbeit ist sein Raster, das Lehrmethoden nach dem Grad ihrer Strukturiertheit und ihrer Aktivitätsanregung gliedert, jedoch zu grob. Die Analyse folgt deshalb Meyer (1987), der einen anderen Weg geht und ausgehend von der Phänomenologie der vielfältigen Handlungen und Tätigkeiten im Unterricht ein auf der Grundlage des didaktischen Dreiecks theoretisch begründetes formales Gerüst zur Analyse methodischen Handelns entwickelt (vgl. Abb. 2). Meyer unterscheidet drei Dimensionen methodischen Handelns, die er in Anlehnung an Klingberg (1982) jeweils in eine äußere und in eine innere Seite unterteilt. Die äußere Seite beschreibt dabei die äußerlich beobachtbaren Merkmale des Unterrichts, während die innere Seite die Bedeutung der Unterrichtsmerkmale im Gesamtzusammenhang des Unterrichtsprozesses zu fassen versucht („Ist die Abfolge der Unterrichtsschritte stimmig?“, „Ist das Verhältnis von Lehrer und Schülern hierarchisch oder symmetrisch?“). Die innere Seite stellt damit einen Zusammenhang zwischen Unterrichtsmethoden, Lernzielen und Inhalten her, der für die Beschreibung von Unterricht äußerst bedeutsam ist. Vereinfacht ausgedrückt, bringt die innere Seite der Unterrichtsmethoden die Tatsache auf den Punkt, dass „Methode nicht gleich Methode ist“: Ein Handlungsmuster wie die Gruppenarbeit kann mit völlig unterschiedlichen Zielsetzungen eingesetzt werden. Ihre Effektivität bemisst sich daran, wie sinnvoll sie in den Unterrichtsverlauf eingebunden ist, ob sie zielgerichtet und für die Schüler gewinnbringend eingesetzt und ausgewertet wird. In ähnlicher Weise charakterisiert die innere Seite auch für die Sozialformen und die Unterrichtsschritte deren qualitative Unterschiede bei gleicher äußerlicher Ausprägung.

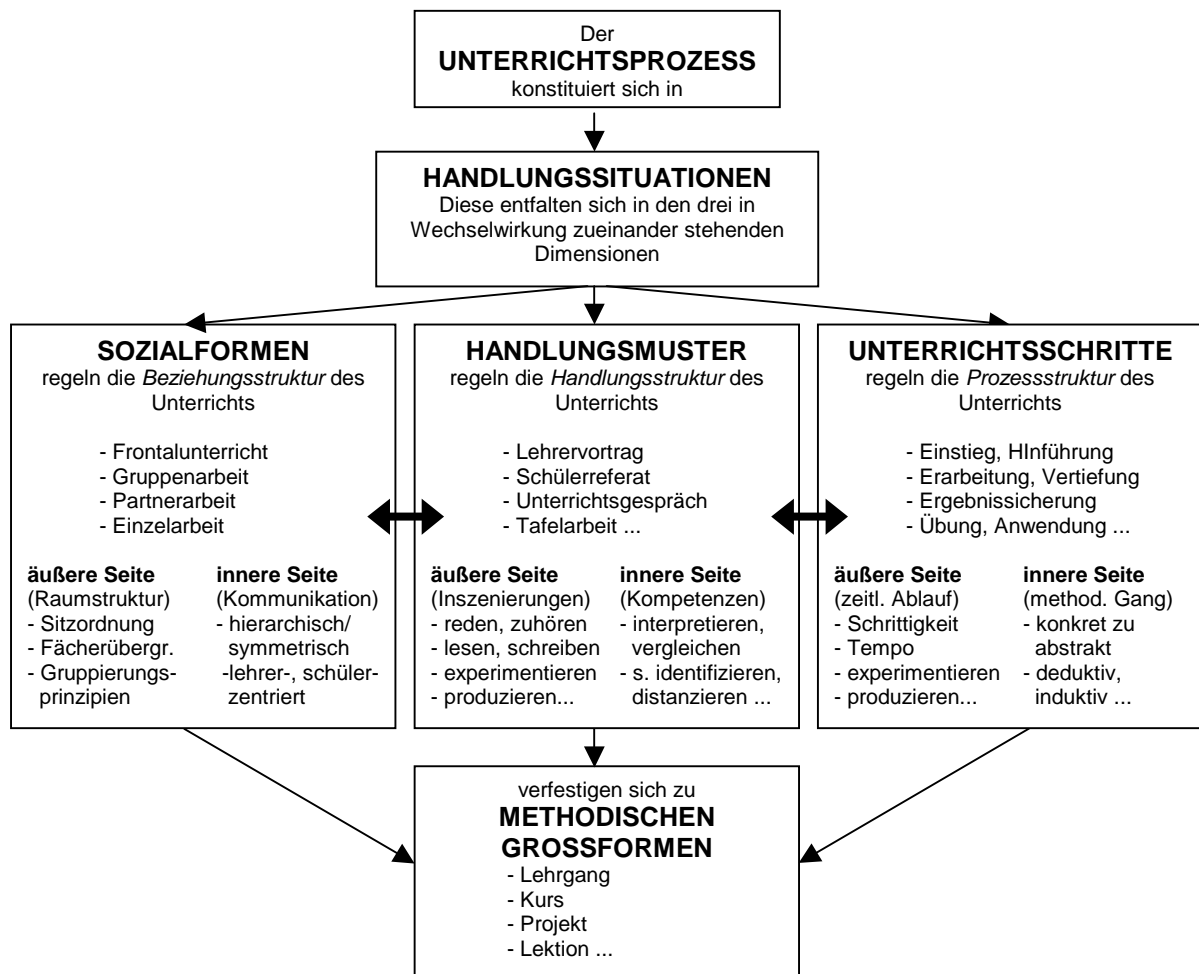


Abb. 2: Strukturmodell methodischen Handelns nach Meyer (1987, S. 235 und 236f.)

Auf der Basis der von Meyer (1987) herausgearbeiteten Dimensionen wird für die vorliegende Arbeit folgendes Raster für die Beschreibung von Unterricht zugrundegelegt:

**Sozialformen:** Die Sozialformen regeln die Beziehungsstruktur des Unterrichts. Meyer unterstreicht, dass es nur die vier Sozialformen *Frontal-* bzw. *Klassenunterricht*, *Gruppenunterricht*, *Partnerarbeit* und *Einzelarbeit* gibt.<sup>3</sup> Die Sozialform zeigt sich in der äußerlichen Strukturierung der Schülerarbeit durch den Lehrer, am offensichtlichsten vielleicht in der Sitzordnung. Die innere Seite beschreibt die Kommunikationsstruktur des Unterrichts, z. B. ob die Schüler stärker untereinander oder ausschließlich mit dem Lehrer kommunizieren.

<sup>3</sup> Andere Formen wie Kreisgespräch oder Rollenspiel, die gelegentlich in der Literatur auftauchen, sind entweder alternative Bezeichnungen dieser Formen (z. B. entspricht das Kreisgespräch der Form des Klassenunterrichts) oder liegen auf einer anderen Analyseebene (z. B. handelt es sich beim Rollenspiel um ein Handlungsmuster, das sowohl im Klassenunterricht, in der Gruppe oder in Partnerarbeit durchgeführt werden kann).

**Handlungsmuster** (methodische Grundformen): Hiermit sind die konkreten Formen und Verfahren von unterrichtsbezogenen Lehrer- und Schülertätigkeiten gemeint (z. B. Lehrervortrag, Schülerreferat, Schülerdiskussion, Rollenspiel, Tafelarbeit, Experiment usw.). Meyer fasst die Handlungsmuster als historisch gewachsene, formale Strukturen auf, die auf ein Unterrichtsziel gerichtet sind und vielfältige inhaltliche und methodische Ausformungen annehmen können. Auch bei den Handlungsmustern lässt sich eine äußere von einer inneren Seite unterscheiden. Während die äußere Seite die beobachtbaren Tätigkeiten beschreibt, bezieht sich die innere Seite auf die Handlungskompetenzen, die Lehrer und Schüler benötigen bzw. erwerben, indem sie die Handlungsmuster ausführen (z. B. kann die Schülerdiskussion sowohl zur Reflexion eines Gegenstandsbereichs aus unterschiedlichen Perspektiven, zur Unterstützung des sozialen Miteinanders der Schüler oder zur Förderung ihrer kommunikativen Kompetenz eingesetzt werden).

**Unterrichtsschritte** (Verlaufsformen): Auf dieser Dimension wird der zeitliche Verlauf des Unterrichts beschrieben. Unterrichtsschritte bezeichnen Phasen des Unterrichts (z. B. Einstieg, Erarbeitung, Ergebnissicherung, Kontrolle, Wiederholung). Modellhafte Formulierungen von Verlaufsformen des Unterrichts finden sich in den sogenannten Stufen- oder Phasenschemata (s. Wiederhold (1981) für einen Überblick). Die äußere und innere Seite unterscheidet Meyer als den zeitlichen Ablauf (äußere Seite, z. B. Tempo, Schrittgigkeit) und den „methodischen Gang“ (innere Seite, d. h. Folgerichtigkeit bzw. logischer Aufbau der Schritte, z. B. vom Konkreten zum Abstrakten, vom Besonderen zum Allgemeinen oder umgekehrt, usw.).

Zusätzlich zu diesen drei von Meyer vorgeschlagenen Beschreibungsdimensionen werden das Rollenverständnis von Lehrern und Schülern sowie die Unterrichtsziele als weitere Dimensionen zur Beschreibung von Unterricht eingeführt. Diese beiden Dimensionen sind im Modell von Meyer implizit enthalten. Insbesondere ganzheitliche Methodenkonzepte, um die es im folgenden gehen wird, weisen hinsichtlich dieser Merkmale deutliche Unterschiede auf, weshalb eine explizite Berücksichtigung von Rollenverständnis und Unterrichtszielen zur Unterscheidung dieser Gesamtkonzeptionen sinnvoll erscheint.

**Rollenverständnis:** Das Rollenverständnis von Lehrern und Schülern drückt sich in Meyers Dimensionen implizit als innere Seite der Sozialform aus. So kommuniziert der Lehrer im Frontal- oder Klassenunterricht z. B. eher hierarchisch mit den Schülern, woran sich ein



Rollenverständnis als Wissensvermittler zeigt, der sein Wissen an die gesamte Klasse im Verband weitergibt bzw. moderierend dafür sorgt, dass das, was er für wesentlich hält, im Klassenunterricht entsprechend akzentuiert wird. Gruppen-, Partner- und Einzelarbeit zeichnen sich dagegen eher durch eine symmetrische Kommunikation aus. Hier interagiert der Lehrer stärker mit einzelnen Schülern und stellt nur *eine* Wissensquelle im Unterricht neben Medien und Mitschülern dar. Die Wichtigkeit des Rollenverständnisses von Lehrern und Schülern kann man sich auch am eingangs vorgestellten didaktischen Dreieck verdeutlichen. Das (institutionell überformte) Rollenverhalten kennzeichnet die Beziehung von Lehrer und Schülern und bestimmt damit, ob und wie der „Interessenkonflikt“ von Schülern und Lehrern im Unterricht aufgelöst wird.

**Unterrichtsziele:** Die Interdependenzen im didaktischen Dreieck verweisen darauf, dass Unterrichtsmethoden jeweils vor dem Hintergrund der mit ihnen angestrebten Lernziele zu sehen sind. Deshalb werden Unterrichtsziele als weiteres Merkmal zur Charakterisierung von Unterricht herangezogen. Gemeint sind an dieser Stelle nicht die konkreten Lernziele einer einzelnen Unterrichtseinheit, sondern in bezug auf die noch zu erläuternden Gesamtkonzeptionen von Unterricht umfassendere Zielsetzungen darüber, welche Kompetenzen und Qualifikationen im Unterricht erworben werden sollen. Mit der Kategorie Unterrichtsziele wird damit die innere Seite der Handlungsmuster akzentuiert, die den Aufbau von Handlungskompetenzen beschreibt.

Die Dimensionen dienen nach Meyer zur Beschreibung sogenannter „methodischer Großformen“ (z. B. Unterrichtsstunde, Lehrgang, Projekt, Exkursion). Meyer definiert diese als „historisch gewachsene, institutionell und auch im Alltagsbewusstsein von Lehrern, Schülern und Eltern mehr oder weniger fest verankerte typische Lehr-/Lernwege mit unterschiedlichen Zielsetzungen und erkennbaren methodischen Gestaltungselementen“ (S. 143). Methodische Großformen folgen ihrerseits wieder methodischen Gesamtkonzeptionen, um deren Abgrenzung es im letzten Teil dieses Kapitels gehen wird und für deren analytische Klassifikation Meyers Modell eingesetzt wird.

Vorher soll jedoch die Perspektive der empirischen Lehr-Lernforschung zu Wort kommen um aufzuzeigen, inwieweit die in diesem Abschnitt entwickelten didaktischen Dimensionen von Unterricht in der empirischen Forschung eine Entsprechung finden.

## 2.2 Unterrichtsqualität aus der Sicht der Lehr-Lern-Forschung

Auch die empirische Lehr-Lernforschung beschäftigt sich damit, die Vielzahl von Faktoren, die die Ausgestaltung von Unterricht beeinflussen, zu ordnen, zu reduzieren und zu systematisieren. Anders als in der Methodik geht es in der empirischen Lehr-Lernforschung jedoch um eine Beurteilung des Lernerfolgs in Abhängigkeit bestimmter Unterrichts-(Lehr-)merkmale. Auch wenn aus heutiger Sicht die Fokussierung der frühen Lehr-Lernforschung auf kognitive Lernleistungen kritisiert wird (Weinert, Schrader & Helmke, 1989), so ist diese Ausrichtung doch charakteristisch für die empirische Analyse von Unterricht und bildet die Ausgangsbasis für die folgenden Ausführungen.

Den Ausgangspunkt für die Beschäftigung mit der Qualität von Unterricht in der empirischen Lehr-Lernforschung bilden Determinationsmodelle, die in den 1960er und 1970er Jahren entwickelt wurden (im Überblick: Harnischfeger & Wiley, 1977 und Helmke & Weinert, 1997).

Das einflussreichste dieser Modelle, das in der Folgezeit für verschiedene andere Modelle Pate stand (z. B. Bloom, 1976; Creemers, 1994; Slavin, 1987, gegenübergestellt in Gruehn, 2000), wurde von Carroll (1963) formuliert. In diesem Modell wird die Effektivität von Unterricht als eine Funktion von aufgewendeter im Verhältnis zur benötigten Lernzeit formuliert (vgl. Abb. 3). Die auch als „Lehr-Lernzeit-Modelle“ bezeichneten Strukturierungsversuche reduzieren die Vielzahl der beteiligten Variablen auf drei Variablenkreise: die Eingangsvoraussetzungen und Merkmale der Schüler (z. B. dispositionale, kognitive, motivationale und volitionale Merkmale), die qualitativen und quantitativen Merkmale des Unterrichts (z. B. Klarheit und Strukturierung durch den Lehrer, Lernschrittabfolge, Art der Aufgabenstellung, Ausnutzung von Lernzeit) und die Ergebnisse und Lernleistungen der Schüler. Dieses Modell und das didaktische Dreieck in der Methodik lassen sich nicht direkt miteinander vergleichen, da es in dem einen Fall um die Beschreibung der Faktoren von Lernerfolg geht und in dem anderen um eine globale Beschreibung von Unterricht, für den Lernleistung nur eines von verschiedenen Qualitätskriterien ist. An den beiden Modellen können jedoch typische Unterschiede der beiden Ansätze im Hinblick auf die Beschreibung von Unterricht verdeutlicht werden. Mit Lehr-Lernzeit-Modellen wird eine wesentlich präzisere Beschreibung des Zusammenhangs der an der Entstehung von Lernleistung beteiligten Größen versucht. Gleichzeitig werden wichtige Kontextvariablen und Wechselwirkungen ausgeblendet. Es fehlt beispielsweise eine Reflexion der institutionellen und gesellschaftlichen Einbindung des Unterrichtsprozesses. Besonders die Merkmale zur Beschreibung von Unterrichtsqualität wirken willkürlich und unvollständig. Die Wechselwirkung von Methoden und

Lerninhalten wird ebensowenig berücksichtigt wie die Person des Lehrers. Der Lehrers taucht in diesem Modell nur implizit auf, insofern als dass er für die Umsetzung der qualitativen Unterrichtsmerkmale verantwortlich ist.

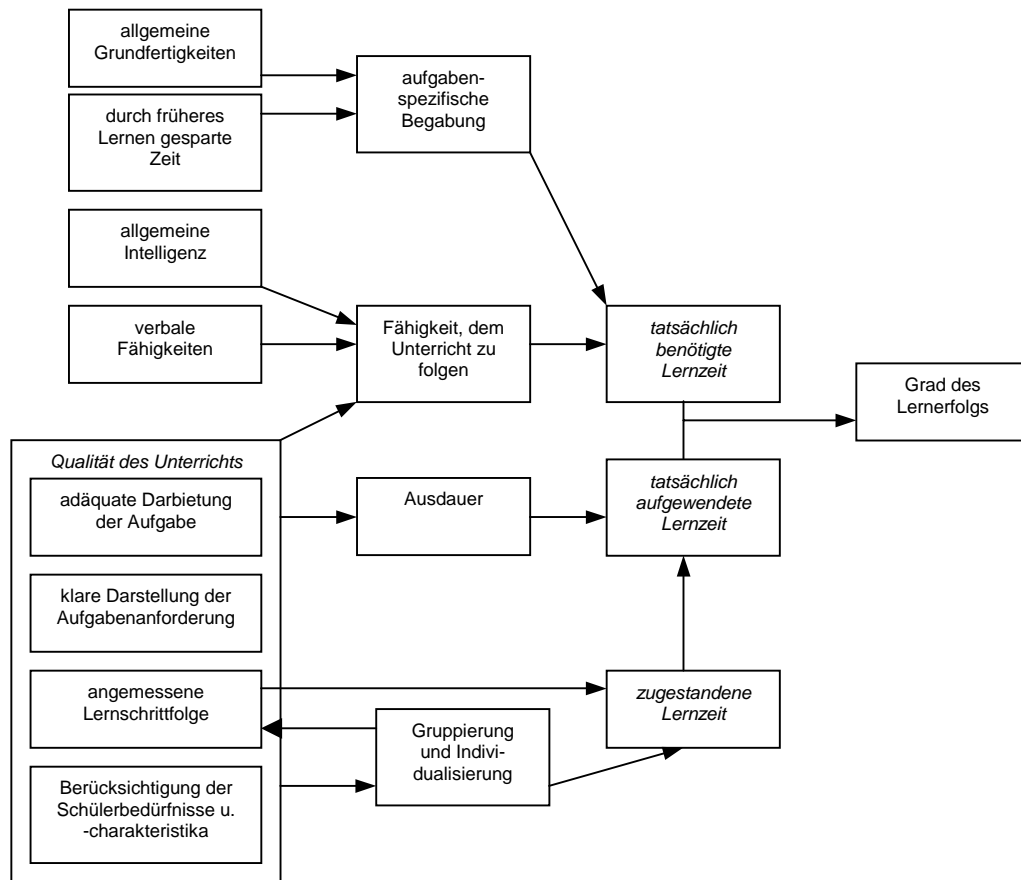


Abb. 3: Carrolls Modell schulischen Lernens (1963) in Anlehnung an Harnischfeger und Wiley (1977, S. 209)

Auch innerhalb der Lehr-Lernforschung wird die ungenaue und reduzierte Definition der Unterrichtsqualität als eine Schwachstelle des Carrollschen Modells kritisiert (Niegemann, 2001). Neuere Modelle versuchen deshalb, das Konstrukt *Qualität des Unterrichts* vor dem Hintergrund aktueller Forschungsergebnisse zu elaborieren und ausdifferenzieren (z. B. Creemers, 1994; Harnischfeger & Wiley, 1977). So beschreibt Creemers (1994) die Qualität des Unterrichts anhand von drei Dimensionen: der Qualität der Lehrpläne und ihrer Umsetzung, der Maßnahmen zur inneren Differenzierung und der Merkmale des Lehrerverhaltens. Die Annäherung an das didaktische Dreieck ist deutlich erkennbar, denn Creemers' Modell weist sowohl Variablen, die sich auf den institutionellen Kontext des Unterrichts beziehen, auf (Lehrpläne) wie auch eine differenzierte Analyse des Lehrerverhaltens.

Die Grundlage für Erweiterungen der Lehr-Lernzeit-Modelle bilden jedoch weniger didaktische Modelle, sondern vielmehr empirische Forschungsarbeiten, die vor allem im US-amerikanischen Raum im Rahmen des sogenannten „Prozess-Produkt-Paradigmas“ geleistet wurden. Dieses Forschungsprogramm hat sich intensiv mit einzelnen Prozessmerkmalen des Unterrichts (z. B. der Anzahl von Fragen des Lehrers, der Häufigkeit von Feedback etc.) beschäftigt und versucht, diese mit Produktmaßen schulischer Leistung in Beziehung zu setzen. Brophy und Good (1986) geben einen umfassenden Überblick über die Forschungsergebnisse, die auf der Grundlage dieses Forschungsparadigmas generiert wurden. Danach lassen sich die Unterrichtsmerkmale, die empirisch auf ihre Wirksamkeit im Hinblick auf die curricularen Leistungen der Schüler getestet wurden, den folgenden Kategorien zuordnen:

- Quantität und Stufung des Unterrichts
- Sozialform (Klassenunterricht vs. Gruppenarbeit vs. Einzelarbeit)
- Informationsdarbietung (Strukturiertheit, Klarheit, Redundanz, Enthusiasmus, Wartezeiten)
- Fragetechnik (Schwierigkeitsniveau, kognitive Herausforderung, Klarheit, Wartezeit, Auswahl des beantwortenden Schülers)
- Lehrerreaktion auf Schülerantworten (Reaktion auf richtige und falsche Antworten, Fragen und Antwortverweigerung)
- Sitzordnung und Hausaufgaben
- Kontext (Klassenstufe, Lernbehinderungen, Lehrerintentionen)

Vergegenwärtigt man sich das Strukturmodell des methodischen Handelns von Meyer (1987, vgl. Abschnitt 2.1.2) wird deutlich, dass die Analyse auf alle drei Dimensionen der Unterrichtsmethodik Sozialformen (Sozialform und Sitzordnung), Handlungsmuster (Informationsdarbietung, Fragetechnik, Lehrerreaktion) und Unterrichtsschritte (Untersuchungen zur Stufung des Unterrichts), abzielt. An der recht einseitigen Konzentration der Forschung auf lehrerzentrierte Methoden wie Lehrervortrag (Forschungsschwerpunkt: Informationsdarbietung) und Unterrichtsgespräch (Forschungsschwerpunkt: Fragetechnik und Lehrerreaktion) im Bereich der Handlungsmuster und dem völligen Fehlen der Reflexion von Wechselwirkungen mit Schüler- und Stoffmerkmalen wird jedoch wiederum deutlich, dass das Prozess-Produkt-Paradigma nicht von einem umfassenden Modell methodischen Handelns ausgeht. Auch die innere und äußere Seite der Methoden werden kaum differenziert.

Die unsystematische und mehr oder weniger theorieleose Suche nach korrelativen Zusammenhängen, die letztlich zu einem aus zahlreichen Einzelmerkmalen bestehenden „effektiven“ Unterrichtsmodell führte, das weder in der Realität existierte und noch für den Praktiker umsetzbar war, wurde auch innerhalb der Lehr-Lernforschung seit den 1970er Jahren immer heftiger kritisiert (Einsiedler, 1981). Die empirische Methodenforschung hat sich seitdem von der Suche nach der *einen* effektivsten Lehrmethode abgewandt, und kam so auf einem Umweg zu der gleichen Erkenntnis, die auch die Methodik charakterisiert, nämlich dass die Effektivität von Unterricht im Kontext von Lehrzielen und Lerninhalten, Schüler- und Situationsmerkmalen betrachtet werden muss. So werden beispielsweise persönliche Merkmale und subjektive Theorien des Lehrers im Rahmen der Forschung zur Unterrichtsexpertise inzwischen stärker berücksichtigt (Blömeke, 2002; Mutzek, 1988) und kognitive und motivationale Mediationsprozesse auf Seiten der Schüler in die Analyse von Unterrichtseffektivität einbezogen (Helmke & Schrader, 2001). Ein Beispiel dafür stellt die Münchner Studie (Weinert, Schrader & Helmke, 1989) dar. Hier wurden komplexe Wechselwirkungen untersucht, z. B. die Interaktion von diagnostischer Kompetenz des Lehrers und der Wahl der Sozialform auf die Schülerleistung. Helmke (1992) berichtet weitere Ergebnisse aus derselben Studie, die zeigen, dass Vorkenntnisse der Schüler Unterrichtsmerkmale wie Klarheit der Instruktion und Ausnutzung der Unterrichtszeit beeinflussen und damit sowohl direkt als auch indirekt auf die Leistung der Schüler in einem Nachtest wirken.

Kennzeichnend in Hinblick auf die Beschreibung von Unterricht und Unterrichtsqualität ist in der Lehr-Lern-Forschung jedoch bis heute, dass sie, anders als die Methodik, kaum umfassende Modelle für die Beschreibung von Unterricht hervorgebracht hat. Vielmehr konzentriert sich die aktuelle Forschung auf eng umgrenzte Teilbereiche des Unterrichts, für die sich vor dem Hintergrund bereichsspezifischer Theorien begründete Hypothesen formulieren und überprüfen lassen (Helmke & Weinert, 1997).

### **2.3 Ganzheitliche Unterrichtskonzepte in der Didaktik und in der Lehr-Lernforschung**

Sowohl in der Methodik als auch in der Lehr-Lernforschung haben sich weitere Zweige herausgebildet, die sich mit der Analyse ganzheitlicher Unterrichtskonzepte beschäftigen und bemerkenswerte Übereinstimmungen aufweisen. Unterrichtsvariablen und Lehrerverhaltensweisen werden dabei zu strukturellen Mustern zusammengefasst.

In der Methodik werden diese Gesamtorientierungen als *Unterrichts-* oder *Methodenkonzepte* bezeichnet. Auf einer Meta-Ebene lässt sich dabei das *unmittelbare* vom *mittelbaren* Unter-

richtsparadigma unterscheiden (Rollett, 1981). Das unmittelbare Paradigma bezeichnet Unterrichtskonzepte, bei denen der Lehrer darbietend oder die Erarbeitung des Lerninhalts lenkend den Unterricht steuert. Das mittelbare Paradigma umfasst dagegen Konzepte, bei denen die Initiative und Verantwortung der Erarbeitung bei den Schülern liegt. Eine ähnliche Unterteilung findet sich auch bei Klingberg (1982) und Einsiedler (1981), die zwischen darbietendem bzw. erarbeitendem Unterricht (unmittelbar) und selbständiger Schülerarbeit bzw. entdeckenlassenden Verfahren (mittelbar) unterscheiden.

<b>Flehsig (1996)</b>	<b>Meyer (1987)</b>	<b>Oblinger et al. (1985)</b>
Frontalunterricht	Lehrerzentrierter Unterricht	Konzeptvorgabeorientierter Unterricht
Vorlesung		
Tutorium		
Lerndialog	Genetisches Lernen	Ursprungsorientierter Unterricht
Disputation		
Kleingruppen-Lerngespräch	Kommunikativer Unterricht	Kommunikationsorientierter Unterricht
Lernkonferenz		
Lernnetzwerk	Mehrperspektivischer Unterricht	
Individueller Lernplatz		Lernzeitorientierter Unterricht
Programmierter Unterricht	Programmierter Unterricht	Programmorientierter Unterricht
		Lernzielorientierter Unterricht
Arbeitsunterricht	Schülerorientierter Unterricht, Arbeitsschule	Schülerorientierter Unterricht
Famulatur (Praktikum)		
Lernausstellung		
		Prozessorientierter Unterricht
	Entdeckendes Lernen, problemorientierter Unterricht	Problemorientierter Unterricht
Erkundung		
Fallmethode	Exemplarisches Lernen	Beispielorientierter Unterricht
	Anschauungsunterricht	
Simulation		
Fernunterricht		
Lernkabinett	Handlungsorientierter Unterricht, Freinet-Pädagogik	Handlungsorientierter Unterricht
Lernprojekt	Projektorientierter Unterricht	Projektorientierter Unterricht
Werkstattseminar		Produktorientierter Unterricht
	Wissenschaftsorientierter Unterricht	Wissenschaftsorientierter Unterricht
	Erziehender Unterricht	Wertorientierter Unterricht
		Fachorientierter Unterricht
		Fächeraufhebender (fachübergreifender) Unterricht
		Eigenartsorientierter Unterricht (Adaptiver Unterricht)

Tab. 1: Didaktisch-methodische Gesamtkonzeptionen von Unterricht

Unterhalb dieser generellen Ebene existiert eine kaum zu überschauende Zahl von spezifischen Unterrichtskonzeptionen (vgl. die exemplarische Gegenüberstellung in Tab. 1). Diese spezifischen Methodenkonzepte wurden teilweise aus der Praxis entwickelt (z. B. das exemplarische Lernen und der konzeptvorgebende Unterricht), andere beruhen explizit auf lernpsychologischen Grundlagen (z. B. das entdeckende Lernen und der programmierte Unterricht) oder auf bestimmten weltanschaulichen Positionen (z. B. die Unterrichtskonzepte der Reformpädagogik, der wertorientierte und der wissenschaftsorientierte Unterricht, vgl. Flehsig, 1996; Oblinger, Kotzian & Waldmann, 1985 oder Meyer, 1987). Betrachtet man

diese Konzepte auf den von Meyer vorgeschlagenen Dimensionen methodischen Handelns bezüglich ihrer Sozialformen, Handlungsmuster und Unterrichtsschritte, wird schnell deutlich, dass viele Konzepte auf der methodischen Ebene weitaus mehr Ähnlichkeiten als Unterschiede aufweisen. Insofern erstaunt es nicht, dass einschlägige Publikationen auf große Überschneidungsbereiche der verschiedenen Konzepte hinweisen (Flechsig, 1996) oder die verschiedenen Konzeptionen eher auf der Grundlage ihrer theoretischen Zielsetzung und Begründung als auf der methodischen Umsetzung voneinander abgrenzen (Oblinger et al., 1985).

In der Lehr-Lernforschung bezeichnet man die Analyse von ganzheitlichen Unterrichtskonzepten als Forschung zu *unterrichtlichen Prozesskonfigurationen* (Helmke & Weinert, 1997) bzw. als *Lehrmethodenforschung* (Einsiedler, 1981). Anders als in der didaktischen Literatur, wo die phänomenologische Beschreibung und theoretische Begründung verschiedener Ansätze im Vordergrund steht, spielt in der Lehr-Lernforschung eine empirische Abgrenzung von Unterrichtskonzepten eine zentrale Rolle, da es hier primär darum geht, die Überlegenheit einer Methodenkonzeption über eine andere experimentell bzw. quasiexperimentell nachzuweisen. Sie hat jedoch, vermutlich aufgrund der schwierigen Abgrenzbarkeit der Konzeptionen auf der praktischen Durchführungsebene, nur wenige der oben dargestellten didaktischen Methodenkonzepte intensiv untersucht. Zu diesen zählen der programmierte Unterricht, der lernzeitorientierte Unterricht (mastery learning), der offene Unterricht und, als Gegenpol zu diesen „neuen“ Unterrichtskonzepten, der „traditionelle“ lehrergeleitete Unterricht (Helmke & Weinert, 1997). In der Terminologie der Methodik sind also von der Lehr-Lernforschung Konzepte des mittelbaren mit solchen des unmittelbaren Unterrichts verglichen worden (Rollett, 1981). Im Rahmen der vorliegenden Fragestellung sind von diesen Konzepten zwei besonders interessant: der lehrergeleitete und der schülerzentrierte (offene) Unterricht, denn man verspricht sich durch die Einführung des Computers eine Veränderung des Unterrichts von traditionellen lehrerzentrierten Verfahren hin zu mehr Schülerorientierung (vgl. Kap. 3). Anders als beim offenen Unterricht, der auf der didaktischen Seite auf reformpädagogischen Annahmen beruht, ist der Hintergrund dieser Überlegungen jedoch ein *konstruktivistisches Unterrichtskonzept*. Am Ende dieses Abschnitts wird dieses genauer erläutert und Übereinstimmungen mit dem schon wesentlich länger existierenden Konzept des offenen, schülerzentrierten Unterrichts herausgearbeitet (Kap. 2.3.3 und 2.3.4). Als Grundlage der Analyse dient das unter 2.1.2 entwickelte Analyseschema unterrichtsmethodischen Handelns.

### 2.3.1 Lehrergeleiteter Unterricht

Das zentrale Kennzeichen des lehrergeleiteten Unterrichts ist, dass der Lehrer im Mittelpunkt des Unterrichtsgeschehens steht und wesentliche Steuerungs-, Kontroll- und Bewertungsaufgaben übernimmt. In der anglo-amerikanischen Lehr-Lernforschung wird dieses Unterrichtskonzept auch mit dem Begriff *direkte Instruktion* bezeichnet (Rosenshine & Stevens, 1986). Die direkte Instruktion bezeichnet dabei eine spezielle Strategie des lehrergeleiteten Unterrichts, bei der der Unterrichtsstoff in kleine Teilschritte zerlegt und systematisch präsentiert und eingeübt wird. In der folgenden Charakterisierung des lehrergeleiteten Unterrichts wird jeweils auf die Besonderheiten der direkten Instruktion hingewiesen.

#### *2.3.1.1 Beschreibung anhand des Strukturmodells des methodischen Handelns*

Die vorherrschende *Sozialform* im lehrergeleiteten Unterricht ist der Frontalunterricht, bei dem die Schüler mit Blickrichtung auf den Lehrer bzw. eine Wandtafel oder Projektionsfläche, im Klassenraum sitzen (Flechsigt, 1996). Es überwiegt das Lernen im Klassenverband. Das Konzept der direkten Instruktion sieht vor, den Frontalunterricht durch Phasen der Einzelarbeit zu unterbrechen, in denen das im Frontalunterricht erarbeitete Wissen individuell eingeübt wird (Rosenshine & Stevens, 1986). In der Unterrichtspraxis wird in diesen Übungsphasen sowohl Einzel- wie auch Partner- oder Gruppenarbeit eingesetzt (Gruehn, 1998). Die innere Seite des lehrergeleiteten Unterrichts ist charakterisiert durch eine hierarchische bzw. lehrerzentrierte Kommunikation, d. h. der Lehrer strukturiert und lenkt das Unterrichtsgespräch.

Die im lehrergelenkten Unterricht überwiegend genutzten *Handlungsmuster* sind der Lehrervortrag bzw. die Lehrerpräsentation und das gelenkte Unterrichtsgespräch (Flechsigt, 1996). Einsiedler (1981) unterscheidet in diesem Sinne darbietende und erarbeitende Lehrverfahren als Handlungsmuster des lehrergeleiteten Unterrichts. Auf der inneren Seite ist ein zentrales Merkmal darbietender Verfahren ein hoher Strukturierungsgrad durch den Lehrer. Der Lernende nimmt die dargebotenen Inhalte vorwiegend rezeptiv auf. Forschungsergebnisse zur direkten Instruktion deuten darauf hin, dass Darbietungsphasen dann besonders effektiv sind, wenn sie durch ein großes Maß an Klarheit sowie die Anreicherung mit Beispielen und Illustrationen charakterisiert sind (Rosenshine & Stevens, 1986). Erarbeitende Lehrverfahren sind demgegenüber weniger stark strukturiert. Die Idee bei diesem Handlungsmuster ist, dass Lerninhalte im gemeinsamen Gedankenaustausch entwickelt werden, wobei der Lehrer durch gezielte Fragen und Rückmeldung den Lernweg der Schüler lenkt. Typische Lehrertätigkeiten dazu sind das Problematisieren, Nachhaken, Akzentuieren, Begründen, Folgern oder



Bewerten lassen, Verstärken, Aufgreifen, und Weiterführen von Schüleräußerungen (Einsiedler, 1981).

Die direkte Instruktion zeichnet sich laut Rosenshine und Stevens (1986) durch einen relativ einheitlichen Ablauf von *Unterrichtsschritten* aus. So wird zu Stundenbeginn zunächst das Stundenziel vorgestellt und relevantes Vorwissen wiederholt. Es folgt eine Darbietungsphase, in der das Material kleinschrittig präsentiert wird. Anschließend wird am neuen Stoff gearbeitet, wobei ein Merkmal erfolgreicher Instruktion darin besteht, dass die Auseinandersetzung zunächst vom Lehrer angeleitet wird. Für Phasen individueller Übung werden explizite Instruktionen gegeben und der Lernfortschritt der Schüler kontrolliert. Dieser Ablauf entspricht der Darstellung einer typischen lehrergeleiteten Unterrichtsstunde bei Meyer (1987b). Er fügt noch hinzu, dass eine typische lehrergeleitete Unterrichtsstunde mit der Sicherung der Ergebnisse und dem Stellen einer Hausarbeit schließt.

Das *Rollenverständnis* von Lehrern und Schülern im lehrergeleiteten Unterricht zeichnet sich dadurch aus, dass der Lehrer vorwiegend als Wissensvermittler auftritt. Er bestimmt sowohl die Inhalte des Unterrichts und strukturiert die Form ihrer Aneignung. Damit ist jedoch, anders als von Kritikern dieses Ansatzes häufig vermutet, nicht notwendig ein autoritärer Unterrichtsstil impliziert, der die Schüler demotiviert und zu passiven Rezipienten macht. Rosenshine und Stevens (1986) zeigen für die direkte Instruktion auf, dass bisherige Forschungsergebnisse nicht darauf hindeuten, dass lehrergeleiteter Unterricht zu weniger emotionaler Wärme im Klassenraum führt. Weinert (1996) verweist in diesem Zusammenhang auf Ergebnisse der Münchener Grundschulstudie, die zeigen, dass ein unterstützender lehrergeleiteter Unterricht nicht nur in positivem Zusammenhang mit Lernzuwachsen, sondern auch zu positiven Lerneinstellungen und aufgabenorientiertem Aufmerksamkeitsverhalten führt. Schließlich zeichnet sich der erfolgreiche lehrergeleitete Unterricht durch eine störungspräventive, unterbrechungsarme Klassenführung, und damit eine hohe Ausnutzung der im Unterricht zur Verfügung stehenden Lernzeit aus (Gruehn, 1998).

Lehrergelenkter Unterricht wird häufig auch als „vermittlungsorientiert“ bezeichnet, d. h. seine *Lernziele* sind in erster Linie (besonders bei der direkten Instruktion) der Kenntniserwerb der Schüler in Bezug auf Sachwissen und der Erwerb klar definierter Prozeduren. Rosenshine und Stevens (1986) weisen ausdrücklich darauf hin, dass die direkte Instruktion besonders für die Vermittlung hochstrukturierter Gegenstandsbereiche, die sich gut in Einzelschritte untergliedern lassen, geeignet ist und speziell den Bedürfnissen von Anfängern bzw. lernschwachen Schülern entgegenkommt. Niedrigstrukturierte Gegenstandsbereiche (sogenannte „ill-structured domains“) dagegen lassen sich weniger gut mit der Methode der direk-

ten Instruktion vermitteln. In der Unterrichtspraxis sind die Lernziele des lehrergeleiteten Unterrichts jedoch häufig nicht auf hochstrukturierte Gegenstandsbereiche beschränkt. Darbietende Lehrverfahren werden im lehrergeleiteten Unterricht vor allem zur Einführung neuer Inhalte und Zusammenfassung von Ergebnissen eingesetzt (Gruehn, 1998). Erarbeitende Lehrverfahren haben im Gegensatz dazu das Ziel, bestimmte Denkopoperationen beim Schüler zu aktivieren bzw. Kompetenzen schrittweise aufzubauen (Einsiedler, 1981; Rosenshine & Stevens, 1986).

### *2.3.1.2 Theoretischer Hintergrund und empirische Ergebnisse zum lehrergeleiteten Unterricht*

Meyer (1987b) wie auch Flechsig (1996) beschreiben die lange Tradition des lehrergeleiteten Unterrichts, der sich in Deutschland zumindest bis zum Zeitpunkt der Einführung der Jahrgangsklassen im Barock zurückverfolgen lässt. Der lehrergeleitete Unterricht gilt auch heute noch als die in der schulischen Praxis am weitesten verbreitete Lehrform (Flechsig, 1996; Meyer, 1987b). Meyer beruft sich dabei auf eine Untersuchung von Hage et al. (1985), der 181 Unterrichtsstunden von 88 Lehrern beobachtete und fand, dass der Frontalunterricht 75% des Gesamtunterrichts in deutschen Schulklassen ausmacht. Das bei weitem dominierende Handlungsmuster war in dieser Untersuchung das gelenkte Unterrichtsgespräch, das im Mittel mehr als die Hälfte der Unterrichtszeit ausmachte. Schülerzentrierte Handlungsmuster (z. B. Schülervortrag und selbständige Schülerarbeit) hatten in dieser Beobachtung mit weniger als 10% der Unterrichtszeit einen verschwindend geringen Stellenwert. Eine Dominanz lehrergeleiteter Unterrichtsmethoden berichten auch neuere Studien von Grommelt (1991) und Hackl (2001).

Der lehrergeleitete Unterricht ist seit seinem Bestehen beständiger Kritik ausgesetzt. Insbesondere mit reformpädagogischen Zielvorstellungen eines selbstbestimmten, selbstregulierten und aktiven Lernalters lässt sich diese Unterrichtsform kaum vereinbaren. Einen entsprechend schlechten Ruf hat sie deshalb sowohl bei Praktikern als auch bei Theoretikern (Meyer, 1987b). In Anbetracht dieser Ablehnung ist die ungebrochene Vorherrschaft des lehrergeleiteten Unterrichts in der Praxis verwunderlich. Meyer (1987b) führt hierzu aus, dass der lehrergeleitete Unterricht den Lehrern in der Praxis einige deutliche Vorteile bietet. So haben sie subjektiv häufig das Gefühl, den Lernstoff im lehrergeleiteten Unterricht effektiver vermitteln zu können und die Schüler besser kontrollieren und disziplinieren zu können. Hinzu kommt, dass sie ihre Autorität im lehrergeleiteten Unterricht einfacher wahren können als bei anderen Unterrichtsformen. Schließlich sei es für viele Lehrer wichtig, aus der Reak-

tion der Klasse auf ihre Vorgaben unmittelbares Feedback zu erhalten und so in direkter Rückmeldung zu erfahren, ob und was die Schüler bei ihnen lernen.

Von diesen Aussagen, die Meyer aus seinen Wissen über die Alltagspraxis zu den Vorteilen des lehrergeleiteten Unterrichts trifft, ist in der Lehr-Lernforschung vor allem die größere Lerneffektivität des lehrergeleiteten Unterrichts empirisch bestätigt worden. Im Vergleich zu anderen Unterrichtskonzeptionen (vor allem dem im folgenden Abschnitt vorgestellten Konzept des offenen Unterrichts), zeigten Schüler, die mit lehrergeleiteten Verfahren unterrichtet worden sind, in der Regel bessere Leistungen (Brophy & Good, 1986, vgl. dazu auch die Ausführungen im folgenden Abschnitt). Die Evaluation von Techniken der direkten Instruktion konnte darüber hinaus nachweisen, dass Unterricht von Lehrern, die viele Merkmale dieses Ansatzes realisierten, im allgemeinen zu besseren fachlichen Leistungen führt als „traditioneller“ lehrergeleiteter Unterricht von Lehrern, die kein Training in der Methode der direkten Instruktion erhalten haben (Rosenshine & Stevens, 1986).

### 2.3.2 Offener, schülerzentrierter Unterricht

Waldmann (1985) beschreibt den „schülerzentrierten“ Unterricht als einen Sammelbegriff für eine Vielzahl von Unterrichtskonzepten, die durch das Bemühen gekennzeichnet sind, die starke Fokussierung des Unterrichts auf den Lehrer zu reduzieren und die Schüler stärker an der Planung und Strukturierung des Unterrichts und an der Wahl von Lernzielen, Lerninhalten und Lernprozessen zu beteiligen. Beispiele für diesen Ansatz sind z. B. der Projektunterricht, die Wochenplan-Methode und der kooperative Unterricht (Gruehn, 1998; Waldmann, 1985). Im Folgenden werden übergreifende Merkmale vorgestellt, die verschiedene Ansätze des offenen Unterrichts charakterisieren.

#### *2.3.2.1 Beschreibung anhand des Strukturmodells des methodischen Handelns*

Die Abwendung von der Ausrichtung des Unterrichts auf den Lehrer bedeutet auf der Ebene der *Sozialformen* zunächst eine Reduzierung des Frontalunterrichts zugunsten von Einzelarbeit und kooperativen Sozialformen. Konzepte des schülerzentrierten Unterrichts, die die individuelle Anpassung des Unterrichts auf die Bedürfnisse der Schüler betonen, legen die Einzelarbeit als die für den Unterricht am besten geeignete Sozialform nahe. Ansätze, die eher die Kooperation und den sozialen Austausch in den Mittelpunkt stellen, unterstreichen dagegen die Wichtigkeit von Partner- und Gruppenarbeit (Slavin, 1990). Die Idee der Offenheit impliziert dabei grundsätzlich, dass Sozialformen variabel und individuell von den Schülern gewählt werden können. Auf der inneren Seite sind schülerzentrierte Ansätze durch das Leit-

bild eines partnerschaftlichen, symmetrischen Kommunikationsstils zwischen Schülern und Lehrer gekennzeichnet (Waldmann, 1985). Waldmann weist jedoch darauf hin, dass der Realisierung dieses Leitbilds durch die institutionellen Rahmenbedingungen der Schule Grenzen gesetzt sind (vgl. 2.1.1). Auch wenn im schülerzentrierten Unterricht keine wirklich symmetrische Kommunikation stattfinden kann, strebt dieses Unterrichtskonzept die gegenseitige Achtung von Schülern und Lehrer an und sieht vor, die Beziehung von Schülern und Lehrern auch auf einer meta-kommunikativen Ebene zu reflektieren.

Die *Handlungsmuster* im schülerzentrierten Unterricht sind durch einen weitaus geringeren Strukturierungsgrad als der lehrergeleitete Unterricht gekennzeichnet. Grundsätzlich sind die Handlungsmuster so angelegt, dass sie den Schülern erlauben, unterschiedliche Lernwege zur Erreichung eines Lernziels einzuschlagen und individuelle Interessen im Rahmen eines verbindlich festgelegten Lernziels zu verfolgen (Einsiedler, 1981). Typische Muster sind z. B. das Schülerreferat, die Projektarbeit, das Planspiel oder das Experiment. Das Prinzip der Offenheit sieht dabei grundsätzlich vor, dass den Schülern die Wahl eines Handlungsmusters freigestellt wird. Auf der inneren Seite der Handlungsmuster steht das explorative, selbstgesteuerte Lernen im Vordergrund. Schülerzentrierte, offene Unterrichtskonzepte zeichnen sich deshalb auch dadurch aus, dass den Schülern Materialien zur Verfügung gestellt werden, die keine oder wenig didaktische Strukturierungen enthalten, die einen entdeckenden und explorativen Zugang erlauben und die alternative Lernwege freistellen (Giaconia & Hedges, 1982). Die Offenheit der Methodenwahl und die Betonung individueller Interessen und Lernwege soll dabei zur aktiveren Auseinandersetzung des Schülers mit den Lernmaterialien führen. Weiterhin erwartet man durch dieses Vorgehen motivationale Vorteile (Einsiedler, 1981).

Das Konzept des offenen, schülerzentrierten Unterrichts widerspricht grundsätzlich der Untergliederung des Unterrichts in eine verbindliche Abfolge von *Unterrichtsschritten*. Die Offenheit des Unterrichts hinsichtlich der Nutzung der Lernzeit führt auf der äußeren Seite dazu, dass die Schüler ihrem individuellen Lerntempo folgend das zur Verfügung stehende Zeitbudget unterschiedlich einteilen können. Auf der inneren Seite gehört es zu den Kennzeichen des offenen Unterrichts, dass die Schüler individuell unterschiedliche Wege wählen, um das gestellte Lernziel zu erreichen (Einsiedler, 1981).

Die Beteiligung der Schüler an der Planung und Strukturierung des Unterrichts bedeutet, dass sich das *Rollenverständnis* von Lehrern und Schülern im offenen Unterricht hin zu mehr Gleichberechtigung verlagert. In bezug auf die Aneignung der Lerninhalte spielt der Lehrer weniger die Rolle des Wissensvermittlers als vielmehr die eines Lernberaters. Seine Funktion

besteht darin, Situationen zu arrangieren, in denen Lernen angeregt wird, und die Schüler in ihrem Lernprozess je nach ihren individuellen Bedürfnissen zu unterstützen (Oblinger et al., 1985).

Der offene, schülerzentrierte Unterricht stellt dem Prinzip der Wissens- und Fertigkeitenvermittlung im Schulunterricht ein ganzheitliches Verständnis von Lernen entgegen, das den Schüler mit seinem emotionalen Wohlbefinden, seinen Interessen und Motivationen und seiner körperlichen Beteiligung in den Vordergrund rückt. Bezüglich der *Lernziele* wird im offenen Unterricht deshalb der außerfachliche Bereich betont. Hierzu zählen übergeordnete Erziehungsziele, z. B. Selbständigkeit, Ich-Kompetenz und soziale Kompetenz (Einsiedler, 1981) sowie als Teil der sozialen Kompetenz die Kompetenz zu Mitsprache und demokratischem Verhalten, kommunikative Kompetenz und sachbezogene Kritikfähigkeit (Waldmann, 1985). Darüber hinaus spielen affektiv-motivationale Lernziele im offenen Unterricht eine zentrale Rolle, z. B. die Förderung von Kreativität, Lernmotivation, Neugier und einer positiven Einstellung zur Schule sowie die Reduzierung von Schulangst (Giaconia & Hedges, 1982). Man erhofft sich dabei, dass insbesondere die Förderung des motivationalen Bereichs und die verstärkte Selbsttätigkeit auch auf den Erwerb fachlicher Kompetenzen positiv zurückwirkt (Einsiedler, 1981).

### *2.3.2.2 Theoretischer Hintergrund und empirische Ergebnisse zum offenen, schülerzentrierten Unterricht*

Die theoretischen Wurzeln des offenen oder schülerzentrierten Unterrichts liegen vor allem in der Reformpädagogik, die sich gegen den als „Methodendruck“ bzw. „Abfragepädagogik“ verachteten traditionellen lehrergelenkten Unterricht richtet (Waldmann, 1985). Reformpädagogische Ansätze stellen die „Selbsttätigkeit“ der Schüler im Schulunterricht in den Vordergrund (Kerschensteiner, Montessori, Gaudig) und fordern eine ganzheitliche „Pädagogik von Kinde aus“ (Key, Gurlitt, Otto; vgl. Gruehn, 1998). Der auf Pestalozzi zurückgehende, inzwischen sprichwörtlich gewordene Leitsatz des Lernens mit „Kopf, Herz und Hand“ lebt heute vor allem im Konzept des handlungsorientierten Unterrichts (Bönsch, 2000; Meyer, 1987) weiter.

Studien zur Wirksamkeit des offenen Unterrichts kamen zu gemischten Ergebnissen. Verschiedene seit dem Ende der 70er Jahre durchgeführte Meta-Analysen legen jedoch den Schluss nahe, dass offene Unterrichtsverfahren traditionellen, lehrergeleiteten Verfahren bei der Vermittlung von Fachwissen unterlegen sind (Giaconia & Hedges, 1982). Vorteile zeigen sie dagegen auf der Ebene affektiv-motivationaler Lernergebnisse, z. B. Neugier, positive

Einstellung zur Schule und Kreativität (Peterson, 1979). Vor dem Hintergrund des im didaktischen Dreieck formulierten Inhaltsbezugs von Methoden ist dieses Ergebnis nicht erstaunlich: Methoden sind auf die Erreichung bestimmter Lernziele gerichtet und in Hinblick auf die Erreichung dieser Ziele sollten sie auch bewertet werden. Vier Merkmale des offenen Unterrichts erwiesen sich in einer auf Petersons Studie aufbauenden Analyse von Giaconia und Hedges (1982) als besonders relevant für Gewinne im außerfachlichen Bereich: die aktive Rolle des Schülers im Lernprozess, die Individualisierung von Instruktion, die Möglichkeit der Schüler, eigenes Lernmaterial in den Lernprozess einzubringen und die Bewertung der Schüler an einer individuellen Bezugsnorm. Giaconia und Hedges (1982) kommen aufgrund ihrer Meta-Analyse zu dem Schluss, dass sich fachliche und nichtfachliche Unterrichtsziele im offenen Unterricht gegenseitig ausschließen: Studien, die einen Vorteil für das fachliche Lernen erbrachten, wiesen teilweise Einbußen in nichtfachlichen Bereichen auf (z. B. Kreativität), umgekehrt waren positive Ergebnisse im außerfachlichen Bereich mit Verschlechterungen im fachlichen Bereich verknüpft. Gruehn (1998) wendet hierzu ein, dass sich zumindest für den lehrergeleiteten Unterricht auch positive Zusammenhänge bei der Erreichung fachlicher und nichtfachlicher Lernziele zeigen. Im offenen Unterricht führt sie das relativ schlechtere Abschneiden der Schüler hinsichtlich fachlicher Lernziele darauf zurück, dass Lernaufgaben im offenen Unterricht für viele Schüler nicht klar genug definiert sind. Es sei zu vermuten, dass insbesondere lernschwächere Schüler mit der Offenheit der Lernsituation überfordert sind und die zur Verfügung stehende Lernzeit nicht optimal nutzen. Sie schlägt deshalb vor, Lernende schrittweise an das offene Lernen heranzuführen, um Nachteile des offenen Lernens im fachlichen Bereich zu verhindern.

### 2.3.3 Konstruktivistischer Unterricht

Ein Unterrichtskonzept, das seit dem Ende der 80er Jahre zunehmend diskutiert wird, ist der konstruktivistische Unterricht. Wie beim offenen, schülerzentrierten Unterricht handelt es sich auch hierbei um eine Konzeption, die eine große Variation unterschiedlicher „Spielarten“ aufweist (z. B. der „Anchored Instruction“-Ansatz (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1990; 1992), Problembasiertes Lernen (Barrows & Tamblyn, 1980), der „Cognitive Apprenticeship“-Ansatz (Collins, Brown & Newman, 1989) oder der „Learning Communities“-Ansatz (Bielaczyc & Collins, 1999)). Auf eine Formel gebracht, liegt den verschiedenen Ansätzen des Konstruktivismus die Annahme zugrunde, dass der Mensch der Welt nicht als unabhängiger Betrachter gegenübersteht, sondern sie stets auf der Grundlage bestimmter Vorannahmen wahrnimmt und interpretiert (Krüssel, 1995). Das Resultat ist eine

Konstruktion von Wirklichkeit, die gesellschaftlichen und kulturellen Vorstrukturierungen ebenso unterliegt wie den neurophysiologischen Einschränkungen der menschlichen Wahrnehmung. Unser Wissen über die Welt ist für den Konstruktivismus nie absolut. Es ist hochgradig individuell, und es befindet sich in ständiger Veränderung in der Konfrontation mit neuen Erfahrungen (Duffy & Cunningham, 1996).

Auf der Ebene des Lehrens und Lernens ergeben sich aus diesen Grundannahmen folgende Schlussfolgerungen (v. Glasersfeld, 1995, S. 8):

- Da Wissen nur an der Erfahrungswelt geprüft werden kann, lässt sich seine Brauchbarkeit (Viabilität) ermitteln, nicht aber seine Wahrheit im ontologischen Sinn.
- Wenn sich eine bestimmte Handlungs- oder Denkweise unter bestimmten Umständen als brauchbar erweist, so heißt das nicht, dass sie die einzig mögliche ist.
- Aus konstruktivistischer Perspektive ist es eine Illusion, dass Sprache an sich die Fähigkeit habe, Begriffe und somit Wissen von einer Person an eine andere zu übermitteln.

Auf der Grundlage dieser Annahmen ist eine Vielzahl konstruktivistischer Unterrichtskonzepte und Methoden entwickelt worden. Folgende gemeinsame Merkmale können in Anlehnung an Dubs (1995) zur allgemeinen Charakterisierung konstruktivistischer Unterrichtsansätze dienen:

- *Inhaltliche Orientierung an komplexen, lebens- und berufsnahen, ganzheitlich zu betrachtenden Problembereichen:* Dieses Merkmal begründet sich aus der Annahme der „Situiertheit“ von Lernen und Kognition. Wissen ist untrennbar mit dem Kontext seiner Anwendung verbunden und prinzipiell kaum transferierbar. In Alltagssituationen brauchbares Wissen kann deshalb nur in authentischen Kontexten erworben werden.
- *Lernen als aktiver Prozess:* Der Unterricht gibt die Möglichkeit zu neuen Erfahrungen, die es dem Schüler erlauben, auf der Grundlage seines Vorwissens ein eigenes, individuelles Verstehen und Interpretieren zu entwickeln.
- *Kollektives Lernen:* Wissen wird sozial konstruiert. Die Diskussion individueller Interpretationen einer komplexen Lernsituation hilft den Schülern, die eigene Interpretation zu überdenken und ihr Wissen in der Interaktion mit anderen Lernenden besser, d. h. brauchbarer zu strukturieren.
- *Bedeutsamkeit von Fehlern:* Konstruktionen können nicht als „richtig“ oder „falsch“ bewertet werden. „Fehler“ kennzeichnen weniger brauchbare Konstruktionen und sind natürlicher Bestandteil des Lernprozesses. Die Diskussion über Fehler und die Reflexion derselben wirkt verständnisfördernd und trägt zur Konstruktion von Wissen bei.

- *Ausrichtung des Unterrichts auf Vorerfahrungen und Interessen der Schüler:* Wissenskonstruktionen basieren immer auf bereits vorhandenem Wissen. Deshalb müssen Vorerfahrungen, Vorwissen und Interessen der Schüler zum Ausgangspunkt der Unterrichtsgestaltung genommen werden.
- *Berücksichtigung von Gefühlen und persönlicher Identifikation mit den Lerninhalten:* Wissenskonstruktion im sozialen Austausch mit anderen hat auch eine affektiv-emotionale Seite, die im Unterricht entsprechend berücksichtigt werden muss.
- *Alternative Beurteilungsverfahren:* Wissenskonstruktionen können nicht angemessen an einer sozialen Bezugsnorm und mit Tests, die „objektives“ Wissen abfragen, bewertet werden. Deshalb müssen alternative Evaluationsverfahren angewendet werden, die der Individualität der Lernprozesse besser gerecht werden (z. B. Selbstevaluation, Lernportfolios).

### 2.3.3.1 Beschreibung anhand des Strukturmodells des methodischen Handelns

Auf der Ebene unterrichtsmethodischen Handelns lassen sich die gemeinsamen Merkmale konstruktivistischer Unterrichtskonzepte wie folgt beschreiben:

Die Betonung der Individualität von Wissenskonstruktionen, des Wissenserwerbs als aktivem Prozess und der sozialen Aushandlungsprozesse beim Wissenserwerb legen für die im konstruktivistischen Unterricht verwendeten *Sozialformen* eine Betonung von Einzelarbeit und kooperativen Arbeitsformen nahe. Der Frontalunterricht eignet sich demgegenüber nur eingeschränkt für den konstruktivistischen Wissenserwerb. Auf der inneren Seite implizieren die Annahmen des Konstruktivismus eine symmetrische Kommunikation, da er von einer Pluralität gleichberechtigter Konstruktionen ausgeht. Die Konstruktion des Lehrers hat damit (zumindest theoretisch) nicht mehr und nicht weniger Gewicht als die des Schülers.

Typische *Handlungsmuster* des konstruktivistischen Unterrichts sind komplexe Arbeitsformen wie Projektarbeit oder Planspiel, die auf der inneren Seite das Arbeiten an komplexen und authentischen Problemen mit einer individuellen Steuerung von Lernprozessen und dem Lernen im gegenseitigen Austausch verknüpfen. Es werden aber auch Handlungsmuster, die auf der inneren Seite nur Teile dieser Handlungskompetenzen vermitteln, in konstruktivistischen Unterrichtskonzepten vorgeschlagen (z. B. Schülerdiskussionen, Rollenspiel). Auch lehrergelenkte Verfahren gehören zum Repertoire der Unterrichtsmuster in konstruktivistischen Unterrichtskonzeptionen. So schlagen Klein und Oettinger (2000) eine „konstruktivistische“ Form des gelenkten Unterrichtsgesprächs vor, in der der Lehrer Problemstellungen aufwirft, die einen kognitiven oder affektiven Konflikt beinhalten und die Schüler zum kriti-



schen Hinterfragen ihrer eigenen Perspektive und der ihrer Mitschüler hinlenken. Wood, Cobb und Yackel (1995) wandten ein solches Unterrichtsgespräch im Mathematikunterricht an, um Schüler zu einer konstruktivistischen Auseinandersetzung mit den unterschiedlichen Aufgabenlösungen, die vorher in Partner- und Kleingruppenarbeit erarbeitet worden waren, zu erreichen.

Für die *Unterrichtsschritte* gilt eine relativ große Offenheit, um den Schülern ihrem Vorwissen und ihren Interessen gemäße Strukturierungsmöglichkeiten des Unterrichtsgegenstandes zu gewähren. Eine Reihe von konstruktivistischen Konzepten, z. B. das Konzept der „Anchored Instruction“ der CTGV (1990; 1992), sieht vor, mit einem komplexen Problem oder einem Konflikt zu beginnen, der an das Vorwissen der Schüler anknüpft und sie zur motivierten Auseinandersetzung und zur Rekonstruktion ihrer Wissensstrukturen anregen soll. In solchen Ansätzen ist also eine Art Einstiegs- oder Hinführungsphase angelegt. Gleiches gilt für Erarbeitungs- und Auswertungsphasen, wobei diese auf der inneren Seite eine andere Akzentsetzung als beispielsweise im lehrergeleiteten Unterricht erhalten. So steht in der Auswertungsphase der Austausch und die Reflexion unterschiedlicher Perspektiven im Vordergrund und weniger der Vergleich von Ergebnissen im Hinblick auf „richtige“ und „falsche“ Antworten.

Das *Rollenverständnis* von Lehrern und Schülern im konstruktivistischen Unterricht weist eine große Nähe zum offenen Unterricht auf, wobei die Veränderungen in der Lehrer- und Schülerrolle im offenen Unterricht eher unter dem Zeichen der gleichberechtigten Mitbestimmung und im konstruktivistischen Unterricht eher unter dem der individuellen Wissenskonstruktion stehen. In zahlreichen Publikationen zum konstruktivistischen Unterricht wird der Wandel des Lehrers vom „sage on the stage“ zum „guide on the side“, also vom Wissensvermittler zum Lernberater beschrieben (Birkholtz, 2000; Bielaczyc & Collins, 1999). Diese Veränderung in der Lehrerrolle beruht im konstruktivistischen Ansatz vor allem auf der Feststellung, dass Wissen sprachlich nicht direkt vermittelbar sei. Die Rolle des Lehrers kann deshalb nur darin bestehen, die Schüler zu Rekonstruktionen ihres Wissens anzuregen. Dazu stellt er authentische Lerngelegenheiten für sie bereit und konfrontiert sie immer wieder mit neuen Perspektiven und Problemen, die sie dazu herausfordern, ihre Sichtweisen beständig zu überprüfen und zu modifizieren. Die Schülerrolle verhält sich komplementär zu der des Lehrers: Je stärker dieser als Wissensvermittler zurücktritt, umso mehr Selbstbestimmung und Verantwortung erhalten die Schüler für ihren eigenen Lernprozess.

Die *Lernziele* im konstruktivistischen Unterricht haben in Anbetracht seiner kognitionspsychologischen theoretischen Hintergrundannahmen häufig eine kognitive Akzentsetzung.

Dabei steht jedoch, anders als im lehrergeleiteten Unterricht, der Erwerb von Handlungs- und Anwendungswissen im Zentrum. In diesem Zusammenhang kommt als explizites Lernziel in konstruktivistischen Konzepten häufig auch der Erwerb von lernstrategischem Wissen und meta-kognitiven Kompetenzen hinzu. Die Betonung der Situationsgebundenheit von Wissenskonstruktionen sorgt weiterhin dafür, dass neben kognitiven auch affektive und motivationale Lernziele im konstruktivistischen Unterricht eine Rolle spielen. Schließlich wird die Selbststeuerung der Schüler betont. Wie im offenen Unterricht wird dafür plädiert, dass Schüler an der Auswahl der Lernziele und der Methoden, mit denen diese erreicht werden sollen, beteiligt werden.

### *2.3.3.2 Theoretischer Hintergrund und empirische Ergebnisse zum konstruktivistischen Unterricht*

Der Konstruktivismus ist keine homogene Doktrin, sondern vielmehr ein „dynamischer interdisziplinärer Diskussionszusammenhang“ (Wyrwa, 1995, S. 17), an dem sich unterschiedliche Wissenschaftsdisziplinen, so die Neurobiologie und Neurophysiologie, die Psychologie, die Soziologie, die Philosophie, die Sprach- und die Literaturwissenschaft beteiligen. Die theoretischen Annahmen, die aus den verschiedenen Richtungen im Konstruktivismus zusammenfließen, an dieser Stelle (über die eingangs dargestellten Grundannahmen hinaus) ausführlich darzustellen, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Knappe Übersichten mit pädagogisch-didaktischer Ausrichtung liefern beispielsweise Klein und Oettinger (2000), Gerstenmeier und Mandl (1995), Duffy und Cunningham (1996) und Duit (1995).

Die pädagogische Debatte polarisiert sich in der als *radikaler Konstruktivismus* bezeichneten Position, die die Individualität der Wissenskonstruktion und prinzipielle Nicht-Vermittelbarkeit von Wissen durch Sprache betont (v. Glasersfeld, 1995a, 1995b), und dem sozialen Konstruktivismus (Gergen, 1995), der die interpersonalen Austausch- und Aushandlungsprozesse bei der Konstruktion von Wissen und Bedeutungen in den Mittelpunkt stellt (Gegenüberstellungen leisten Confrey, 1995; Gerstenmaier & Mandl, 1995 und Shotter, 1995). Konzepte für die Unterrichtspraxis folgen häufig einer gemäßigten konstruktivistischen Position, die konstruktivistische Elemente mit instruktionistischen zu verbinden sucht (Gerstenmaier & Mandl, 1995; Mayer, 1999; Merrill, 1999).

Meta-Studien, die das konstruktivistische Unterrichtskonzept mit anderen Unterrichtskonzepten vergleichen, stehen, da das Konzepts noch relativ jung ist, bisher weitgehend aus. Die Prüfung der Lernwirksamkeit beschränkt sich zur Zeit auf die Analyse einzelner Programme und Ansätze. Aufgrund der unterschiedlichen Zielsetzungen von traditionellem

und konstruktivistischem Unterricht liegen bisher ohnehin wenige vergleichende Untersuchungen vor. Stattdessen wird für einzelne konstruktivistische Unterrichtskonzepte (meist mit qualitativen Methoden) untersucht, inwieweit sie ihre gesteckten Ziele erreicht haben (Duit, 1995). Die Ergebnisse von Evaluationen konstruktivistischer Ansätze sind gemischt. Typische Probleme, die sich bei der Durchführung konstruktivistischen Unterrichts ergeben, bestehen darin, dass Schüler mit der Analyse und Bearbeitung komplexer Problemsituationen und bei der Anwendung von Meta-Strategien überfordert sind (Dubs, 1995). Auch die bereits bei der Evaluation schülerzentrierter Ansätze gefundenen Schwierigkeiten bei der Selbstorganisation zeigen sich ebenfalls im konstruktivistischen Unterricht (Dubs, 1995). Dennoch kommen verschiedene Überblicksartikel zu verhalten positiven Bewertungen konstruktivistischer Unterrichtskonzepte (Duit, 1995; Gruehn, 1998). Weinert (1996) beurteilt das konstruktivistische Unterrichtskonzept dagegen vor dem Hintergrund psychologischer Lern- und Instruktionstheorien und der Befundlage der Lehr-Lernforschung eher skeptisch. Seine Kritik richtet sich dabei vor allem darauf, dass konstruktivistische Unterrichtskonzepte von einer naiven Vorstellung eines selbstmotivierten, aktiven, konstruktiven und kompetenten Lernalters ausgehen, den es in der schulischen Realität nur selten gibt. Für die Heranführung des Schülers an das konstruktivistische Lernen fehlten laut Weinert in vielen konstruktivistischen Ansätzen angemessene instruktionale Strategien. Als Folge seien Lerndefizite, fehlerbehaftete Kenntnisse und Misserfolgserlebnisse zu erwarten. Die o. g. Ergebnisse der Evaluation von Dubs (1995) bestätigen diese Einschätzung. Für didaktisch sinnvoller hält Weinert gemäßigt konstruktivistische Unterrichtsansätze, die explizite instruktionale Momente vorsehen. Dabei weist er jedoch darauf hin, dass diese häufig nur seit der Reformpädagogik bewährte Verfahren (z. B. den Projektunterricht) bzw. ältere kognitive Unterrichtsprinzipien (z. B. das entdeckende Lernen) wieder aufgreifen, weshalb er das Neue der sogenannten „neuen Lerntheorien“ infrage stellt.

#### 2.3.4 Zur Abgrenzung von konstruktivistischem und offenem Unterricht

Die Ähnlichkeit des konstruktivistischen Unterrichts mit dem im vorhergehenden Abschnitt vorgestellten schülerzentrierten, offenen Unterricht ist von mehreren Autoren festgestellt worden (Gruehn, 1998; Klein & Oettinger, 2000, Weinert, 1996). Im Kern sind drei Merkmale für beide Ansätze kennzeichnend: ihre Schülerorientierung, ihre Handlungsbetonung und die begleitende Rolle des Lehrers (Klein & Oettinger, 2000).

Vergleicht man die vorangegangenen Beschreibungen der beiden Unterrichtskonzepte auf der Handlungsebene, so stellt man fest, dass besonders die äußere Seite der Unterrichtsgestaltung

im offenen und im konstruktivistischen Unterricht sehr ähnlich ist. Zu diesem Ergebnis kommen auch Klein und Oettinger (2000). Sie analysieren verschiedene Handlungsmuster des reformpädagogischen Unterrichts (z. B. Freiarbeit, Projektunterricht, Wochenplan) auf ihre Angemessenheit für den konstruktivistischen Unterricht und stellen fest, dass diese auch unter konstruktivistischer Perspektive geeignete Handlungsmuster darstellen.

Der wesentliche Unterschied zwischen beiden Ansätzen besteht in ihrem Anliegen: Während es dem in der Reformpädagogik verwurzelten offenen Unterricht auf die Selbständigkeit, Emanzipation und Mündigmachung der Schüler ankommt, zielt der (didaktische) Konstruktivismus auf die Vermittlung von brauchbarem Wissen in der Lebenswelt des Schülers. Offener Unterricht und konstruktivistischer Unterricht verfolgen also unterschiedliche Lernziele.

## 2.4 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde der Versuch unternommen, ein Raster für die Beschreibung schulischen Unterrichts zu entwickeln. Aus der Perspektive der Methodik und der psychologischen Lehr-Lernforschung wurden Unterrichtsmerkmale herausgearbeitet, die sich für die Charakterisierung und Analyse von Unterricht bewährt haben. Anhand dieser Merkmale wurden anschließend mit dem lehrergeleiteten und dem schülerzentrierten Unterricht zwei Konzepte beschrieben, die sowohl in der Methodik als auch in der psychologischen Lehr-Lernforschung intensiv diskutiert und beforscht wurden. Als drittes und im Vergleich zu den beiden vorangegangenen relativ junges Konzept wurde der konstruktivistische Unterricht betrachtet.

Diese drei Unterrichtskonzepte stellen die Eckpunkte in der aktuellen Diskussion um Unterrichtsveränderungen durch Computereinsatz dar. Der lehrergeleitete Unterricht, der im heutigen Schulunterricht als das am häufigsten vorkommende Unterrichtsmuster gilt, wird besonders aus konstruktivistischer Perspektive kritisiert. Mit der Einführung von Computer und Internet wird, wie im folgenden Kapitel noch ausführlich dargestellt wird, die Hoffnung verbunden, dieses traditionelle Unterrichtsmuster aufzubrechen und einen stärker schülerzentrierten Unterricht und zugleich konstruktivistische Arbeitsformen zu fördern. Der Computer wird hier vor allem als Katalysator für eine Veränderung vom lehrergeleiteten zum konstruktivistischen Unterricht gesehen. Tabelle 2 zeigt noch einmal die unterrichtsmethodischen Ähnlichkeiten und Unterschiede der drei analysierten Unterrichtskonzepte in pointierter Form:

	Lehrergeleiteter Unterricht		Schülerzentrierter, offener Unterricht		Konstruktivistischer Unterricht	
	äußere Seite	innere Seite	äußere Seite	innere Seite	äußere Seite	innere Seite
<b>typische Sozialform</b>	Frontalunterricht Einzelarbeit	hierarchische Kommunikation	Einzelarbeit Partnerarbeit Gruppenarbeit	partnerschaftliche, symmetrische Kommunikation	Einzelarbeit Partnerarbeit Gruppenarbeit (Frontalunterricht)	partnerschaftliche, symmetrische Kommunikation
<b>typische Handlungsmuster</b>	Lehrervortrag gelenktes UG	hoher Strukturierungsgrad, rezeptives Lernen	Schülerreferat Projektarbeit Planspiel Experiment ...	geringer Strukturierungsgrad, selbsttätiges, exploratives Lernen	Projektarbeit Planspiel Schülerdiskussion gelenktes UG ...	geringer Strukturierungsgrad, selbsttätiges, exploratives Lernen
<b>typische Unterrichtsschritte</b>	Einstieg Erarbeitung Übung Auswertung	kleinschrittiger, logischer Aufbau	individuelle Einteilung des Zeitbudgets	individuell unterschiedliche Schrittfolgen	tw. Einstiegs- und Auswertungsphasen, tw. individuelle Einteilung des Zeitbudgets	vorwiegend individuell unterschiedliche Schrittfolgen
<b>typisches Rollenverständnis</b>	Lehrer als Wissensvermittler, Schüler als Rezipienten		Lehrer als Lernberater, gleichberechtigte Kommunikation		Lehrer als Lernberater, gleichberechtigte Kommunikation	
<b>typische Lernziele</b>	deklaratives Wissen, einfache, eindeutige Prozeduren		übergeordnete Erziehungsziele (Selbständigkeit, Ich-Kompetenz, Mündigkeit, demokratisches Verhalten), affektiv-motivationale Lernziele		Anwendungs- und Handlungswissen, lernstrategisches Wissen, Metakognition	

Tab. 2: Methodenkonzepte im Überblick

### 3. Unterrichtsveränderungen durch Computer?

Die Rolle von Medien im Unterricht ist von der pädagogischen Didaktik weitaus intensiver in den Blick genommen worden als von der psychologischen Lehr-Lernforschung, die sich auch auf diesem Gebiet vorrangig mit der Analyse der Lernwirksamkeit von Medien auseinandersetzt. Während jedoch die Bedeutung der traditionellen Medien im Unterricht in den 1960er und 1970er Jahren von pädagogisch-didaktischer Seite ausführlich diskutiert wurde, fällt im Bereich der neuen Medien auf, dass ihre praktische Einbindung in den Unterricht und die damit verbundenen didaktischen Fragen derzeit kaum bearbeitet werden. So wirft von Saldern (2001) der aktuellen pädagogischen Forschung zu Computer und Internet eine „weitgehende Praxisferne und Didaktikabstinenz“ vor (S. 141). Er zeigt auf, dass derzeit eine starke Fokussierung auf den technischen Aspekt neuer Medien vorherrscht, bei der Aspekte der Medien-erziehung und Mediendidaktik (darunter versteht er - neben der Didaktik der Medien - auch die Rolle der Medien innerhalb einer weiter gefassten Unterrichtsdidaktik) ausgeblendet werden.

In diesem Kapitel wird, die von von Saldern geäußerte Kritik berücksichtigend, der Versuch unternommen, die Rolle des Computers als Unterrichtsmedium im Kontext der methodischen Unterrichtspraxis zu verstehen. Dazu wird, ausgehend von pädagogisch-didaktischen Überlegungen und Modellvorstellungen, beschrieben, welche Funktion Medien im Unterricht

zukommt. Der Blickwinkel wird von Medien im allgemeinen auf die neuen Medien eingengt und es wird begründet, inwiefern die Einführung von Computer und Internet in der Schule aus theoretischer Perspektive eine Veränderung von Unterricht anstoßen kann. Der Fragestellung der Arbeit entsprechend wird anschließend weiter präzisiert, wie Computer gerade eine konstruktivistische Methodenpraxis unterstützen sollten. Für die Analyse wird auf das im zweiten Kapitel erarbeitete Strukturmodell methodischen Handelns zurückgegriffen. Verschiedene Ausgestaltungen computerbasierten Lernens (Lernprogrammtypen) werden dabei gesondert betrachtet. Den Abschluss dieses Kapitels bietet ein Überblick über den aktuellen Forschungsstand zum Zusammenhang von Unterrichtsmethodik und Computerintegration.

### 3.1 Der Computer als Unterrichtsmedium

Die Funktion, die Medien in der Unterrichtslehre zugeschrieben wird, beschränkt sich häufig auf die eines Hilfsmittels zur Vermittlung von Lerninhalten (z. B. bei Stöcker, 1971 und Schröder, 2000). Medienentscheidungen werden als untergeordneter Teil von Methodenentscheidungen, die ihrerseits wieder der Bestimmung von Inhalten und Lernzielen nachgeordnet sind, begriffen. In diesem linearen Modell wählt der Lehrer also zunächst aus den im Curriculum vorgegebenen Inhalten ein Thema aus (z. B. eine grammatikalische Konstruktion in einer Fremdsprache), legt dann die Lernziele für eine Unterrichtseinheit fest (z. B. die sichere Beherrschung einiger Grundregeln in einfachen Anwendungssituationen), dann werden die methodischen Schritte zur Vermittlung der Grundregel geplant (z. B. Einstiegs-, Präsentations-, Übungs- und Kontrollphasen) und erst am Ende wird die Frage nach den benötigten Medien (Folien, Arbeitsbücher, Arbeitsblätter) gestellt, die als wertneutrale Vermittler von Information gelten. Auf der Grundlage dieses Denkmodells werden z. B. Ratschläge gegeben, wie „geeignet“ ein bestimmtes Medium zur Unterstützung einer bestimmten Methode ist. Solche Zuordnungen existieren auf der Ebene der Sozialformen (Boeckmann & Heymen, 1990) und auf der Ebene der Verlaufsmuster des Unterrichts (Maier, 1998; Schröder, 2000).

Unterrichtsphase	Medienfunktion
Motivation	Motivieren
Präsentation	Informieren
Veranschaulichung	Intensivieren
Übungs-, Selbstlernphasen	Aktivieren, Individualisieren
Wiederholung, Vertiefung	Memorieren, Erweitern
Kontrolle	Rückmelden
Anreicherung	Bereichern

Tab. 3: Medien im Unterrichtsverlauf (Maier, 1998, S. 26)

Die aus Maier (1998) entnommene Übersicht stellt ein typisches Beispiel für eine solche Verbindung dar (Tab. 3).

Einer der prominentesten Vertreter der Position, dass Medien der Wahl von Unterrichtsmethoden nachgeordnet und grundsätzlich neutral sind, ist Clark (1983; 1994). Clark kleidet dies in die provokante Metapher, dass Medien nicht mehr und nicht weniger zur Verbesserung des Lernens beitragen, als ein Lastwagen, der Lebensmittel transportiert, die Qualität der Ernährung verbessere. Nach Clark ist die relevante Größe für die Qualität von Unterricht die Wahl der Unterrichtsmethoden, die jeweils mit verschiedenen Medien realisiert werden können. Auf welches Medium dabei die Wahl falle, sei in erster Linie eine Frage ihrer relativen Effektivität und Effizienz. Widersprochen wird dieser Auffassung von Kozma (1991, 1994), der davon ausgeht, dass die Verfügbarkeit bestimmter Medien im Unterricht auch auf die im Unterricht verwendeten Methoden zurückwirkt. Die Bereitstellung eines tutoriellen Lernprogramms würde danach die Wahrscheinlichkeit, dass die Schüler im Unterricht selbstgesteuert und mit individuellem Feedback lernen, deutlich erhöhen, selbst wenn der Lehrer prinzipiell die gleiche Methode auch mit einem anderen Medium (z. B. einem Arbeitsheft), umsetzen könnte. Methoden und Medien stehen nach Kozma in einem Wechselwirkungsverhältnis, bei dem sich der Einfluss von Medium und Methode auf den Lernerfolg kaum trennen lässt.

Diese Position wurde bereits von Heimann (1962, zit. nach Dichanz, 1974) in der lerntheoretischen Didaktik umfassend theoretisch aufgearbeitet. Das von ihm entwickelte Berliner Strukturmodell postuliert die Interdependenz von vier zentralen am Unterricht beteiligten Faktoren (Entscheidungsfeldern), wobei Medien neben Thematik (Inhalt), Methodik und Intentionalität (Lernziel) ein gleichberechtigtes Entscheidungsfeld darstellen. Medien sind in diesem Modell keine neutralen Vermittler von Lerninhalten. Sie wirken auf diese zurück, indem sie sie durch ihre Formqualitäten intensivieren oder verfremden, akzentuieren oder „verflüchtigen“. Heimann (1961, S. 9) formuliert dies so:

Die Art und Weise, wie ich einen Unterrichtsinhalt an Kinder herangebracht habe, ist zugleich bestimmend für die Art und Weise, in der dieser Gegenstand in einem Kind lebendig wird. Das bleibt gewissermaßen wie Eierschalen an dem Gegenstand haften.

(zit. nach Dichanz, 1974, S. 89)

Medien und Lerninhalte beeinflussen sich also gegenseitig. Unterrichtsmedien und -methoden werden vom Lehrer bewusst zur Vermittlung bestimmter Inhalte bzw. zur Erreichung bestimmter Lernziele ausgewählt. Die qualitativen Merkmale von Unterrichtsmedien (und ihre Verfügbarkeit) beeinflussen ihrerseits jedoch, wie Lerninhalte an die Schüler herangetragen

und von ihnen wahrgenommen und verarbeitet werden (Euler, 1987; Ritter, 1994). Medien machen also ihrerseits bestimmte Methoden und Formen der Auseinandersetzung mit Lerninhalten erst möglich. So sah Heimann bereits 1962 den „Anfang vom Ende einer alten Didaktik, da im Zuge der Technisierung überraschend neuartige Medien im Entstehen sind, die imstande sein könnten, unsere didaktischen Konzeptionen von Grund auf zu verändern“ (S. 421, zit. nach Dichanz & Kolb, 1974, S. 29).

Die Annahme, dass Computer und Internet eine katalysatorische Wirkung auf die Veränderung von Unterricht haben können, lässt sich damit aus einem solchen interaktionistischen Modell am besten begründen.

Das Berliner Modell ist jedoch aus heutiger Sicht beschränkt. Ein Kritikpunkt, der aus kommunikationstheoretischer Perspektive vorgebracht wird, ist, dass die Berliner Didaktik den kommunikativen Aspekt der unterrichtlichen Interaktion von Lehrern und Schülern weitgehend ausblendet (Kolb, 1974; Ritter, 1994). Kolb (1974) wie auch Dichanz und Kolb (1974) sehen hierin eine technokratische Beschränkung der Betrachtung von Medien im Unterricht. Sie sind der Ansicht, dass das Berliner Modell einer unkritischen Unterrichtstechnologie Vorschub leiste, in der Medien lediglich unter dem Aspekt ihrer Zweckrationalität für die Optimierung von Lernprozessen betrachtet würden. Aus kommunikationstheoretischer Perspektive werden Medien auf der Grundlage ihrer Kommunikationsfunktion im Unterricht analysiert. Damit geraten Medieneigenschaften, wie adressatenspezifische Verschlüsselung und Medienintentionen stärker in den Blick, aber auch die Kompetenz von Schülern und Lehrern, Medienbotschaften zu verstehen, zu diskutieren und sich mit Hilfe von Medien zu verständigen (Dichanz & Kolb, 1974). Ritter (1994) betont in diesem Zusammenhang, dass die medialen Vorerfahrungen, die Lehrer und Schüler in den Unterricht einbringen, von zentraler Bedeutung dafür sind, wie Medien im Unterricht eingesetzt werden und wirken. Auch diese werden im Berliner Modell nur randständig im Rahmen des anthropogenen und soziokulturellen Bedingungsfelds berücksichtigt.

Neuere interaktionistische didaktische Modelle setzen auf dem Berliner Modell auf. Sie berücksichtigen jedoch stärker als dieses sowohl die medialen Vorerfahrungen der am Unterricht beteiligten Akteure, wie auch die gesellschaftliche Bedeutung von Medien außerhalb der Schule (Euler, 1987; Spanhel, 1999). Eulers wie auch Spanhels Modell weisen eine Ähnlichkeit zu dem im ersten Kapitel beschriebenen didaktischen Dreieck auf, das die Interaktionen der am Unterricht beteiligten Akteure in den Vordergrund rückt und Unterricht in einen gesellschaftlichen Kontext eingebettet sieht. Spanhel (1999) zeigt anhand seines systemtheoretischen Strukturmodells, wie die Mediatisierung der Gesellschaft notwendig zu



Veränderungen des Schulunterrichts führt. Schulunterricht, genauer gesagt das Gesamtsystem Schule, wird in diesem Modell als ein System begriffen, das über verschiedene Grenzparameter mit seiner Umwelt in Kontakt steht. Die Schule als Teil eines gesellschaftlichen Gesamtsystems reagiert dabei direkt auf veränderte gesellschaftliche Bedingungen, denn diese werden in das System hineingetragen (Input-Parameter). Beispiele für Input-Parameter sind Medienerfahrungen, die Schüler und Lehrer aus ihrem häuslichen Umfeld in die Schule mitbringen, aber auch konkrete politische Maßnahmen, die das System Schule verändern, z. B. Ausstattungsinitiativen, die Computer in Schulen bringen, oder Weiterbildungsprogramme, in denen Lehrern neue didaktische Konzepte für den Einsatz des Computers nahegebracht werden. Der Output, den die Schule für die Erhaltung bzw. Entwicklung anderer gesellschaftlicher Systeme leistet, muss sich ebenfalls einer durch Medien zunehmend bestimmten Gesellschaft anpassen (Output-Parameter). In Anlehnung an Breiter (2001) und Ritter (1994) lassen sich diese Output-Parameter in fünf zentralen Funktionen zusammenfassen, deren Erfüllung von der Schule erwartet wird:

- ▶ **Lehrfunktion:** Schule soll Schülerinnen und Schülern Wissen und Fertigkeiten vermitteln, die sie benötigen, um in der außerschulischen Lebenswelt bestehen zu können.
- ▶ **Transferfunktion:** Sie soll kulturelle und moralische Werte von einer Generation an die nächste vermitteln.
- ▶ **Zertifikatsfunktion:** Schülerinnen und Schüler sollen für einen weiteren Schulbesuch oder eine berufliche Ausbildung vorbereitet werden. Diese Qualifizierung wird mit einer Bescheinigung nachgewiesen.
- ▶ **Aufklärungsfunktion:** Die Schülerinnen und Schüler sollen zu kritischem Vernunftgebrauch und autonomem Handeln befähigt werden.
- ▶ **Sozialisierungsfunktion:** Schüler sollen zu verantwortlichem Handeln gegenüber ihren Mitmenschen und der Umwelt erzogen werden.

Im Hinblick auf den gesellschaftlichen Wandel, der mit der Verbreitung des Mikrocomputers in den 1980er Jahren und der sich daran anschließenden elektronischen Vernetzung verbunden ist, verändern sich auch die Aufgaben, die Schule im Rahmen dieser fünf Kernfunktionen erfüllen muss. Bezüglich der Lehrfunktion von Schule wird der Einfluss von Computer und Internet unter der Annahme diskutiert, dass sie die Vermittlung von Wissen und Kenntnissen effektivieren und effizienter machen können (Kerres, 2000; Weidenmann, 1997).

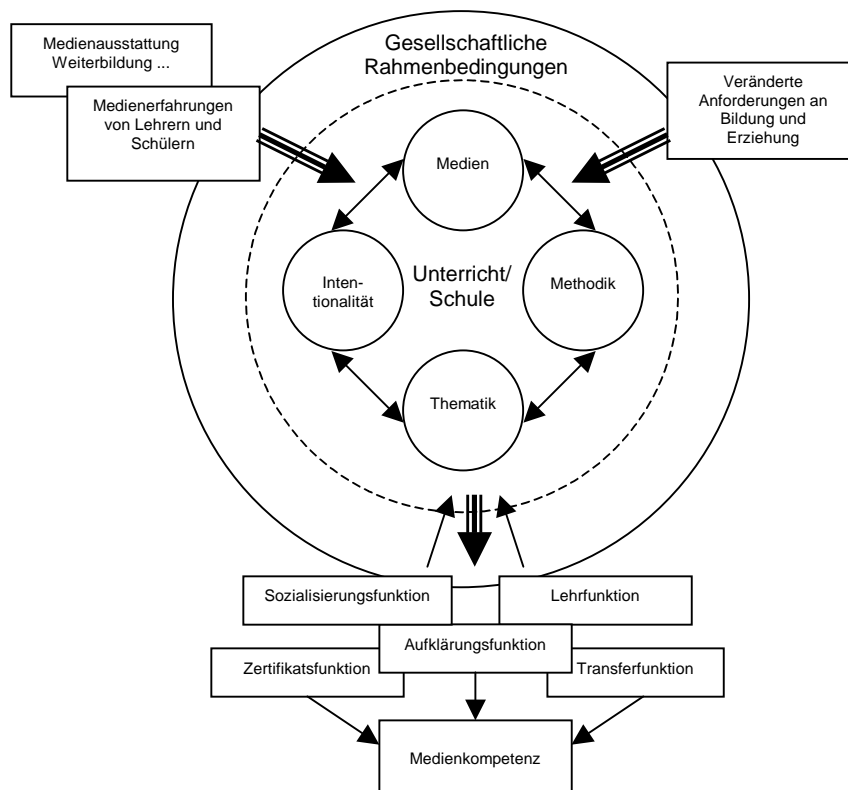


Abb. 4: Schulunterricht im Gefüge neuer Medien  
(in Anlehnung an Heimann, 1962; Spanhel, 1999 und Breiter, 2001)

Eine weitere Forderung, die von gesellschaftlicher Seite an die Schule herangetragen wird, ist, dass den Schülern eine im Hinblick auf neue und alte Medien umfassende Medienkompetenz vermittelt werden soll (Schell, 1999; Tulodziecki, 1999). Diese umfasst im Sinne der Qualifizierungsfunktion von Schule einerseits die Vermittlung von berufsrelevanten Handhabungskompetenzen in bezug auf Computer und Internet. Die geforderte Medienkompetenz beinhaltet aber auch die Fähigkeit, Medienentwicklungen zu erfassen, kritisch zu reflektieren und zu bewerten, womit die Transfer- und die Aufklärungsfunktion von Schule angesprochen sind.

Darüber hinaus wird momentan intensiv debattiert, inwieweit die curricularen Inhalte, also Wissen und Fertigkeiten, die bisher in der Schule vermittelt wurden, vor dem Hintergrund eines stark beschleunigten wissenschaftlich-technischen Fortschritts und dem sprunghaften Anstieg der Produktion von Information heute noch Gültigkeit besitzen. In diesem Zusammenhang wird auf bildungspolitischer Ebene eine grundsätzliche Neuformulierung der Bildungsziele von Schule gefordert (Collis, 1996; Rolff, 2001; Scott, Cole & Engel, 1992; Spanhel, 1999). Computer und Internet werden als Ursache und als Katalysator für eine grundlegende Bildungsreform gesehen (Chan, Hue, Chou & Tzeng, 2001; Kerres, 2000; Papert, 1998; Pelgrum, 2001; Renner, 1997; Venezky & Davis, 2002).

In Abbildung 4 sind die Wechselwirkungen der unterrichtlichen Entscheidungsfelder und ihre Einbindung in das gesellschaftliche Umfeld noch einmal graphisch dargestellt.

Medien, spezieller Computer und Internet, verändern den Schulunterricht also auf verschiedenen Ebenen (Cuban, 1993; Kerres, 2000; Olson, 1988; Ritter, 1994):

- ▶ Auf der Ebene der Unterrichtsmethoden verändern sie schulisches Lernen, indem sie neue Formen der Darbietung und Auseinandersetzung mit Lerninhalten ermöglichen. Dieser Aspekt wird in der Mediendidaktik bzw. in der Medienforschung unter dem Stichwort der *Verbesserung des Lernens* durch Medien diskutiert.
- ▶ Auf der Ebene der Curriculumentwicklung verändern sich die curricularen Inhalte, indem die Förderung einer umfassenden *Medienkompetenz* als Teil der schulischen Bildungs- und Erziehungsziele begriffen und in die Lehrpläne aufgenommen wird.
- ▶ Auf der bildungspolitischen Ebene werden Lerninhalte und -methoden grundsätzlich infrage gestellt und auf ihre Angemessenheit vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Entwicklungen überdacht. Computer und Internet gelten dabei gleichzeitig als Auslöser und als Katalysator für tiefgreifende *Veränderungen im Bildungswesen*.

Da es in der vorliegenden Arbeit vor allem darum geht, inwiefern die Einbindung des Computers die Hinwendung zu einer konstruktivistischen Unterrichtspraxis unterstützt, wird an dieser Stelle die erstgenannte unterrichtsmethodische Ebene für eine genauere Analyse in den Mittelpunkt gerückt.

Die Annahme, dass der Einsatz des Computers den Schulunterricht in Richtung auf ein stärker konstruktivistisches Lernen verändert, ist seit Beginn der 1990er Jahre sehr verbreitet (Chan et al., 2001; Hooper & Rieber, 1995; Kerres, 2000; Papert, 1998; Pelgrum, 2001). Dabei werden vor allem folgende Argumente vorgebracht, mit denen die Hoffnung begründet wird, dass Computer als Motor für eine konstruktivistische Innovation des Unterrichts wirken können:

Besonders häufig wird erwartet, dass selbständige Arbeitsformen, bei denen die Schüler Verantwortung für den eigenen Lernprozess übernehmen, zunehmen sollten (Pelgrum, 2001; Tulodziecki, 1999). Anders als bei der ersten Welle der Computerintegration in den Schulen in den 1980er Jahren, bei der durch die Bereitstellung von tutoriellen Programmen ebenfalls von einer Individualisierung des Lernens und einer Aktivierung der Schüler ausgegangen wurde, wird aktuell betont, dass der Computer die Schüler befähigen sollte, an selbst gewähl-

ten Fragestellungen und komplexen Problemen eigenverantwortlich und ganzheitlich zu lernen (Scott et al., 1992).

Ein zweiter Aspekt, der mit der Einführung von Computern in den Schulunterricht verbunden wird, ist die Steigerung des sozialen Lernens. Die meisten didaktischen Visionen beinhalten in der einen oder anderen Weise die gemeinsame Nutzung des Computers im Projektunterricht (Tulodziecki, 1999; Kamke-Martasek, 2001). Große Hoffnung für die Stärkung sozialer Lernformen im Unterricht wird auch in die computer-vermittelte Kommunikation gesetzt, die es Schülern erlaubt, über den engen Rahmen ihrer Klasse hinaus mit anderen Personen in Kontakt zu treten (Chan et al., 2001; Kerres, 2000).

Schließlich wird von der Einführung des Computers ein erhöhter Grad an Authentizität von Lerninhalten und Arbeitsformen erwartet. So erlaubt die Nutzung des Internet den Schülern, mit Experten oder mit Schülern anderer Nationen und Muttersprachen zu kommunizieren und auf diesem Wege lebensnahe Informationen ins Klassenzimmer zu bringen (Kerres, 2000). Auch die Nutzung von professioneller Anwendungssoftware wird als authentizitätsfördernd gesehen, da es sich hierbei um Programme handelt, die auch im Arbeitsalltag außerhalb der Schule verwendet werden (Jonassen, 1996).

Akteur	traditioneller (lehrgelenkter) Unterricht	computer-basierter konstruktivistischer Unterricht
Lehrer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Initiator des Lernens</li> <li>• Klassenunterricht</li> <li>• bewertet Schüler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernberater</li> <li>• unterstützt selbständiges Lernen der Schüler</li> <li>• hilft Schülern, ihren eigenen Lernfortschritt zu bewerten</li> </ul>
Schüler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringe Betonung kommunikativer Fertigkeiten</li> <li>• eher passiv</li> <li>• lernt meist in der Schule</li> <li>• kaum Teamarbeit</li> <li>• erhält Fragen aus Büchern oder vom Lehrer</li> <li>• lernt Antworten auf Fragen</li> <li>• geringes Lerninteresse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe Betonung kommunikativer Fertigkeiten</li> <li>• eher aktiv</li> <li>• lernt in und außerhalb der Schule</li> <li>• viel Teamarbeit</li> <li>• stellt eigene Fragen</li> <li>• findet eigene Antworten</li> <li>• hohes Lerninteresse</li> </ul>

Tab. 4: Vermutete Unterrichtsveränderungen durch die Integration des Computers  
(nach Pelgrum, 2001; S. 164)

Bezüglich des Rollenverhältnisses von Lehrern und Schülern wird durch die Einführung des Computers erwartet, dass der Lehrer von seiner zentralen Position im Unterricht verdrängt wird (Scott et al., 1992, Pelgrum, 2001). Dies wird darauf zurückgeführt, dass der Computer die Schüler befähigt, sich Lerninhalte stärker eigenständig anzueignen. Die Veränderung der Lehrerrolle hin zu der eines Lernberaters ist also eine notwendige Folge der veränderten Arbeitsformen, die durch die Einführung des Computers möglich werden.

Tabelle 4 zeigt die Erwartungen, die mit der Integration des Computers in den Schulunterricht verbunden werden, noch einmal im Überblick.

### 3.2 Computer als Katalysator für einen konstruktivistischen Unterricht

Die im vorigen Abschnitt zusammengefassten Argumente für die Innovation der Unterrichtspraxis durch den Computer sind, vor dem Hintergrund der in Kapitel 2 dargestellten Komplexität der Unterrichtspraxis und ihrer Methodendimensionen, pauschalisierend. Es wird kaum berücksichtigt, dass der Computer ein Medium ist, dass wie kaum ein anderes einen Reichtum unterschiedlicher Einsatzmöglichkeiten und Implementationsformen bietet. Da, wie im Vorhergehenden erläutert, Medieneigenschaften entscheidend für das Zusammenwirken von Methode und Medium sind, ist es deshalb notwendig, an dieser Stelle auf die Ausgestaltung des Computers als Lernmedium einzugehen und diese mit den verschiedenen Methodenebenen des Unterrichts in Beziehung zu setzen. So wird eine einfache Übungssoftware im Unterricht sicher anders eingesetzt als beispielsweise das World Wide Web als Informationsmedium. Es ist deshalb notwendig, verschiedene Lernprogrammtypen gegeneinander abzugrenzen und getrennt für diese zu analysieren, welche potenzielle Wirkung sie auf die Methodenpraxis entfalten können. Entsprechend der Fragestellung dieser Arbeit wird im folgenden dargelegt, wie gut sie sich mit einem lehregeleiteten und einem konstruktivistischen Unterricht vereinbaren lassen. Besonders interessant ist dabei die Frage, wie mit einer mangelnden Passung von Unterrichtskonzept und Medieneigenschaften umgegangen wird. Denn in diesem Fall kann der Computer dazu beitragen, dass ein bestehendes Methodenkonzept verändert wird und es auf der konkreten methodischen Ebene zu einer Innovation des Unterrichts kommt.

Gloor (1990)	Euler (1992)	Bodendorf (1990)	Ferguson (1992)	Schulmeister (1996)	Strittmatter & Niegemann (2000)
Drill & Practice	Übungsprogramm	Hilfe	Drill & Practice	Drill & Practice	Drill & Practice
Tutorial	Tutorieller Unterweisung	Passiver Tutor	Tutorial	Courseware	Tutorieller Lernprogramm
		Aktiver Tutor			
	IST	Intelligenter Dialog			ITS
	Expertensystem				
Simulation	Simulation	Simulation	Parameterbasierte Simulation	Simulation	Simulation
		Problemlösung	Micro Discovery		
			Mikrowelt		
Lernspiel		Spiel			Lernspiel
	Hypermedia			Hypertext-System	Hypermedia
				Guided Tour	
				Electronic Book	
				Kiosk-System	
			Programmierungsumgebung	Interaktives Programm	
			Anwendungswerkzeug		
				Präsentation	EPSS

Tab. 5: Verschiedene Klassifikationen von Lernprogrammtypen. Die Schattierung zeigt die in dieser Arbeit vorgenommene Typologisierung.

In der einschlägigen Fachliteratur finden sich unterschiedliche Typologisierungen von computerbasierten Lernprogrammen. Sie können nach ihren Zielen und ihrer Programmstruktur, nach ihrem Inhalt, ihrer Methode oder der Funktion des Computers im Lernprozess klassifiziert werden (Kamke-Martasek, 2001). Tabelle 5 zeigt beispielhaft einige Zuordnungen, die verschiedene Autoren vornehmen.

Im Kontext der vorliegenden Arbeit erscheint eine Ordnung der Lernprogrammtypen nach ihren zugrundeliegenden didaktischen Prinzipien sinnvoll. Im Bestreben einer größtmöglichen Vereinfachung werden die Lernprogrammtypen in dieser Arbeit anders als von anderen Autoren in nur vier Gruppen eingeteilt<sup>4</sup>:

- ▶ Übungsprogramme, tutorielle Systeme, ITS
- ▶ Simulationen und Mikrowelten
- ▶ Hypermediale Systeme
- ▶ Anwendungssoftware

### 3.2.1 Übungsprogramme, tutorielle Systeme und ITS

Übungsprogrammen und tutoriellen Systemen ist gemeinsam, dass sie von einem festgelegten Lernziel ausgehend den Lernstoff auf systematische Weise in Einheiten oder Lernschritte untergliedern, bei deren Bearbeitung der Lernende sofortiges Feedback erhält. In Anlehnung an Euler (1992) lassen sich die verschiedenen Programmtypen dieser Kategorie wie folgt beschreiben:



Abb. 5: Multimediales Übungsprogramm *Matherallye* (Westermann Multimedia)

<sup>4</sup> Die Einteilung ist idealtypisch. Im heutigen multimedialen Lernprogramm-Angebot finden sich häufig Mischformen aus verschiedenen der oben angegebenen Programmtypen.

Bei *Übungsprogrammen* (Drill & Practice, vgl. Abb. 5) handelt es sich um die älteste Form des computer-unterstützten Lernens.

Der Aufbau dieser Programme basiert auf dem behavioristischen Paradigma des operanten Konditionierens (Skinner, 1950), also der Verstärkung von Verhalten durch unmittelbar folgende Belohnung. Im Vergleich zum traditionellen Unterricht im Klassenraum sah Skinner beim Lernen mit Übungsprogrammen den Vorteil, dass die Schüler individuell gefördert werden und konsistentes und kontinuierliches Feedback erhalten, was ein Lehrer, der eine Klasse von zwanzig oder mehr Schülern unterrichtet, nicht zu leisten im Stande ist (Skinner, 1954). Skinners Vision eines „programmierten Unterrichts“, in dem der Computer (bzw. eine Lehrmaschine) weitreichende Lehrfunktionen übernimmt, wurde in der Instruktionstheorie kontrovers diskutiert. Aus pädagogischer Perspektive wurde besonders kritisiert, dass ein Computer wohl kaum die mannigfaltigen Erziehungs- und Bildungstätigkeiten eines Lehrers ersetzen könne (im Überblick: Weidenmann, 1997; Scott et al., 1992). Skinner (1954) verteidigt sich gegen diesen Vorwurf damit, dass der programmierte Unterricht nie das Ziel gehabt habe, den Lehrer abzuschaffen, sondern ihn im Gegenteil von der Unterrichtsroutine des Einübens von Fertigkeiten befreie, so dass er übergeordnete Bildungs- und Erziehungsfunktionen im Unterricht wahrnehmen könne.

*Tutorielle Systeme* zielen darauf ab, den Lernenden beim Erwerb neuer Fertigkeiten zu unterstützen. Dabei werden zunächst neue Lerninhalte in miteinander verknüpften Einheiten präsentiert, wobei der Lernende in begrenztem Maße wählen kann, mit welchen Inhalten er sich auseinandersetzen möchte. Anschließend wird das Wissen des Lernenden durch Verständnisfragen abgeprüft und zu neuen Lernschritten verzweigt. Der Lernende erhält korrekatives Feedback und Lernhilfen, um Verständnisschwierigkeiten zu überwinden.

*Intelligente Tutorielle Systeme* (ITS) zeichnen sich dadurch aus, dass sie auf der Grundlage der Analyse des Lernerwissens adaptiv Aufgaben generieren bzw. Instruktionsschritte auswählen und folglich besonders flexibel auf die Eingaben des Lernenden reagieren. Anders als Drill & Practice Programme basieren tutorielle Systeme und besonders ITS auf kognitionspsychologischen Annahmen des Wissenserwerbs. Lerner- und Expertenwissen werden beispielsweise in Anlehnung an die Schematheorie als semantische Netze modelliert. Das System vergleicht die beiden Wissensnetze und bietet dem Lernenden anschließend Informationen zu fehlenden Konzepten an, um so die Schemata des Lernenden zu erweitern und eine Anpassung an die Experten-Wissensstruktur zu erreichen (Shute & Psotka, 1996). Die Adaptivität, d. h. die Anpassung des Programms an Lernervoraussetzungen, und seine Interaktivi-

tät, d. h. seine Eigenschaft, auf Eingaben des Lernenden zu reagieren, werden auf kognitiver und motivationaler Ebene als lernförderlich betrachtet. Allerdings kommen Autoren verschiedener Überblicksarbeiten zu dem Ergebnis, dass Intelligente Tutorielle Systeme mit zahlreichen Problemen behaftet sind und ein eindeutiger Nachweis ihrer Lernwirksamkeit bisher noch aussteht (Scott et al., 1992; Shute & Psotka, 1996; Weidenmann, 1997).

Im Unterricht bieten Übungsprogramme, tutorielle Systeme und ITS die Möglichkeit, das Lernen zu individualisieren und damit leistungsdifferenzierendes, selbsttätiges und eigenverantwortliches Lernen zu verstärken (Kamke-Martasek, 2001; Scott et al., 1992). Dieser Programmtyp lässt sich besonders gut mit dem Konzept des lehrergeleiteten Unterrichts vereinbaren. Beide Konzepte gehen von verbindlich formulierten Lernzielen aus, an deren Beherrschung der Lernende schrittweise herangeführt werden soll. Insbesondere das Methodenkonzept der *direkten Instruktion* weist große Ähnlichkeit mit den Gestaltungsprinzipien von tutoriellen Systemen und mit Einschränkung auch von Drill and Practice Programmen auf. Tutorielle Systeme könnten also im lehrergeleiteten Unterricht weitreichende Lehrfunktionen, beginnend mit der Motivierungsphase des Einstiegs über die Präsentation von Information bis zu Übungs- und Kontrollphasen, übernehmen. Drill and Practice Programme lassen sich in diesem Konzept zur individualisierten Einübung von Routinen, die der Lehrer zunächst mit der gesamten Klasse erarbeitet hat, einsetzen.

Mit dem konstruktivistischen Unterrichtsparadigma lässt sich das Lernen mit Übungsprogrammen und tutoriellen Systemen dagegen weniger gut vereinbaren, da diese Programme die Individualität unterschiedlicher Wissenskonstruktionen nicht berücksichtigen, sondern stattdessen von einer einheitlichen Experten-Wissensstruktur ausgehen, die in jedem Lerner durch entsprechendes Feedback in gleicher Weise herangebildet werden kann. Auch kollaboratives Lernen, das im konstruktivistischen Unterrichtskonzept eine zentrale Rolle spielt, lässt sich mit diesen Programmen schlecht realisieren. Im Rahmen eines gemäßigt konstruktivistischen Unterrichts- bzw. Lernkonzepts haben Übungsprogramme und tutorielle Systeme bzw. Systemkomponenten jedoch zum Aufbau und zur Festigung basaler kognitiver Fähigkeiten durchaus ihren Platz (Weidenmann, 1997).

### 3.2.2 Simulationen und Mikrowelten

*Simulationsprogramme* modellieren komplexe Zusammenhänge oder Systeme, die der direkten Betrachtung häufig nicht zugänglich sind (vgl. Abb. 6). Der Schüler kann die Simulation durch eigene Eingaben, auf die er sofortiges Feedback erhält, beeinflussen. In der Regel stehen ihm in einem Simulationsprogramm eine Reihe von Eingabeparametern zur Verfü-



gung, auf deren Manipulation das System mit einer Zustandsveränderung reagiert. Dieser Zustand kann durch eine erneute Veränderung der Eingabeparameter weiter verändert werden und so fort (Euler, 1992).



Abb. 6: Simulationsprogramm *Chemsite* (Cornelsen Software)

*Mikrowelten*, wie z. B. die von Papert (1980) entwickelte Programmiersprache LOGO, stellen, ähnlich wie Simulationen, geschlossene Umgebungen dar, in denen der Lernende Gesetze ausprobieren und mit verschiedenen Perspektiven experimentieren kann, um logische Zusammenhänge zu verstehen (vgl. Abb. 7). Dabei stehen ihm in einer Mikrowelt häufig noch weit mehr Freiheitsgrade zur Verfügung als in einer Simulation. Papert geht davon aus, dass das Lernen mit Mikrowelten zum Erwerb allgemeiner Kompetenzen des analytischen Problemlösens beitragen kann.

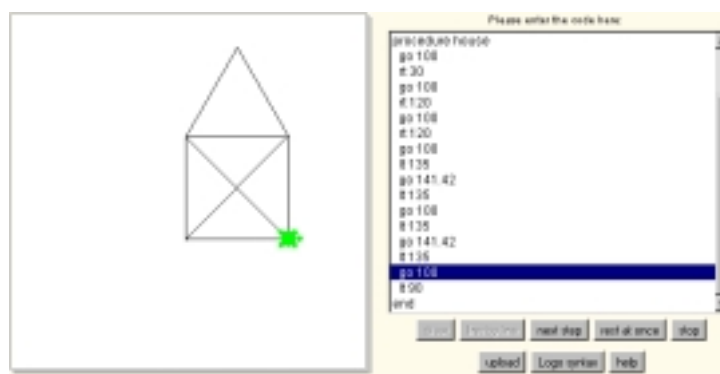


Abb. 7: LOGO-Programmierungsumgebung

Die Lerneffektivität von Simulationen und Mikrowelten wird vor allem mit kognitiven und konstruktivistischen Annahmen über den Lernprozess begründet. Beide Programmtypen

konfrontieren den Schüler mit komplexen Problemsituationen, für die es in der Regel mehr als eine Lösung gibt. Sie fordern ihn zur aktiven Exploration bzw. zum Experimentieren mit dem simulierten Zusammenhang heraus, wodurch eine tiefe Verarbeitung angeregt werden sollte (Gredler, 1996). Insbesondere Simulationen dienen darüber hinaus häufig zur Veranschaulichung abstrakter Sachverhalte. Es wird davon ausgegangen, dass die Visualisierung in Verbindung mit ihrem interaktiven Charakter die Bildung mentaler Modelle unterstützt (Schnotz, 2001).

Simulationen und Mikrowelten lassen sich mit dem Konzept des lehrergeleiteten Unterrichts wesentlich schlechter vereinbaren als Übungsprogramme und tutorielle Systeme. Da sie den Lernenden nicht auf ein vorgegebenes Lernziel hinlenken, können sie in ein lehrergelenktes Unterrichtskonzept nur phasenweise unter Steuerung des Lehrers integriert werden. So ist denkbar, dass der Lehrer eine Simulation als Einstieg oder zur Präsentation des in einer Unterrichtseinheit behandelten Problems nutzt. Da das lehrergeleitete Konzept die schrittweise Heranführung des Lernenden an den Lerngegenstand vorsieht, werden Simulation und Mikrowelt aufgrund ihrer Komplexität als Überforderung begriffen. Übungsphasen mit Simulationen und Mikrowelten können deshalb in ein lehrergeleitetes Unterrichtskonzept nur dann integriert werden, wenn sie durch stark vorstrukturierte Arbeitsaufträge unterstützt werden.

Zur Realisierung eines konstruktivistischen Unterrichtskonzepts sind Simulationen und Mikrowelten dagegen gut geeignet. Die Vielzahl unterschiedlicher Interaktionsweisen und Lösungswege ermöglicht es, der Forderung, im Unterricht von komplexen, alltagsnahen Problemen auszugehen, nachzukommen. Aus konstruktivistischer Perspektive sollte die explorative Beschäftigung mit diesen Programmen die individuelle Wissenskonstruktion unterstützen. Sie lassen sich weiterhin zum Lernen in Lerngruppen einsetzen, um die mehrperspektivische Betrachtung eines Problems zu fördern, so dass Simulationen und Mikrowelten als prototypische Programme für einen konstruktivistischen Unterricht gelten können.

### 3.2.3 Hypermediale Systeme und das World Wide Web

*Hypermediale Systeme* sind Netzwerke von Informationseinheiten, die durch elektronische Links (Verbindungen) miteinander verknüpft sind (vgl. Abb. 8). Die Inhalte der Informationseinheiten oder -knoten können dabei unterschiedlichen Umfang und mediale Form haben. Sind sie rein textuell, spricht man von *Hypertext*, enthalten sie neben Texten auch Bilder, Ton, Filme, Animationen oder Simulationen, hat sich die Bezeichnung *Hypermedia* durch-

gesetzt (Tergan, 1997). Als größtes existierendes Hypermediasystem gilt heute das World Wide Web (Strittmatter & Niegemann, 2000).

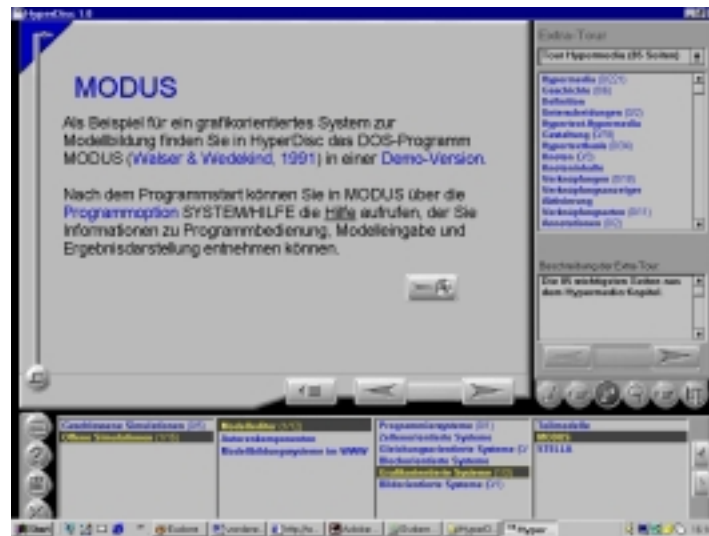


Abb. 8: Hypermedia-Programm *Hyperdisc* (DIFF)

Aus kognitionspsychologischer Perspektive wird hypermedialen Systemen zum einen deshalb ein Lernpotenzial zugesprochen, weil sie dem Lernenden dieselbe Information in unterschiedlichen Codierungsformen (Text, Bild) präsentieren und unterschiedliche Modalitäten (z. B. visuell, auditiv) ansprechen. Man nimmt an, dass die Nutzung unterschiedlicher Codes und Modalitäten, wenn sie gut aufeinander abgestimmt sind, die Aufnahme und Verarbeitung von Information erleichtert und zu einer verbesserten Gedächtnisleistung führt (Weidenmann, 1997). Von konstruktivistischer Seite wird der Vorteil von hypermedialen Systemen in der Offenheit des Informationsangebots gesehen, die es dem Lernenden erlaubt, die hypertextuelle Struktur seinem Vorwissenstand und Informationsbedürfnis entsprechend auf individuellen Pfaden zu durchwandern (Dede, 1992; Jonassen, 1989). Kritiker wenden dagegen ein, dass es bisher nicht gelungen sei, die Lernwirksamkeit von Hypermedia nachzuweisen, und dass Probleme wie die kognitive Überlastung und Ablenkbarkeit, die durch die Breite des meist nicht didaktisch strukturierten Informationsangebots entstehen, die Lerneffektivität dieses Mediums bei vielen Lernenden empfindlich beeinträchtigen. Es ist nach wie vor nicht ausreichend geklärt, unter welchen Bedingungen, für welche Inhalte und für welche Lerner hypermediale Programme optimal geeignet sind (Dillon & Gabbard, 1998, Tergan, 1997).

Im Rahmen eines lehrergeleiteten Unterrichtskonzepts lassen sich hypermediale Programme aufgrund ihrer großen Offenheit nur eingeschränkt verwenden. Als Informationssysteme lassen sie sich in diesem Konzept vor allem in Phasen der Präsentation von Lerninhalten einsetzen. Bei ihrer Integration stellen sich ähnliche Probleme wie bereits bei Simulationen

und Mikrowelten beschrieben: Da sie die Schüler nicht auf ein verbindliches Lernziel hinführen, muss im lehrergeleiteten Unterricht eine starke Strukturierung der Nutzung dieses Programmtyps erfolgen. Diese kann entweder durch Arbeitsanweisungen und Steuerung des Lehrers oder im Rahmen von sogenannten „guided tours“, programmeigene, mehr oder minder lineare Touren durch ein Hypermedia-System, geleistet werden. Bei der Nutzung des World Wide Web kann der Explorationsraum auch dadurch eingeschränkt werden, dass den Schülern nur ein kleiner Ausschnitt (z. B. eine einfach strukturierte Website) offline zur Verfügung gestellt wird.

Aus konstruktivistischer Perspektive wird in der Offenheit von hypermedialen Systemen dagegen ein Vorteil gesehen, um selbstgesteuertes, individualisiertes Lernen zu fördern. Hypermediale Programme lassen sich unter diesem Paradigma zum Beispiel im Rahmen von Projektarbeit einsetzen, in der Schüler Informationen zu selbstgewählten Themen recherchieren und für ein Referat, eine Präsentation, eine Hausarbeit oder einen Zeitungsartikel aufbereiten. Da aus dieser Perspektive gerade das Lernen in authentischen, komplexen Problemräumen betont wird, wird auch das World Wide Web in seiner Gesamtheit als geeignete Lernumgebung angesehen.

#### 3.2.4 Anwendungssoftware

Schließlich soll, auch wenn es sich hierbei nicht um multimediale Programme im strengen Sinne handelt, noch der Bereich der Anwendungssoftware als Teilbereich computerbasierten Lernens angesprochen werden. Unter *Anwendungssoftware* - Baumgartner und Payr (1994) bezeichnen diese auch als „Ressourceware“ - werden solche Programme verstanden, die nicht zur Vermittlung bestimmter Inhalte dienen, sondern Werkzeuge darstellen, um mit Hilfe des Computers digitale Produkte zu erstellen (z. B. Texte, Bilder, Computerprogramme, etc.). Textverarbeitung, Datenbanken und Programmiersprachen haben schon seit längerem ihren Platz unter den computerbasierten Anwendungswerkzeugen, die im Bildungskontext genutzt werden. In jüngerer Zeit ist aufgrund ihrer zunehmend einfachen Bedienbarkeit eine Fülle weiterer Programme hinzugekommen, wie Präsentationssoftware, Tabellenkalkulation, Bildverarbeitung, HTML-Editorenprogramme, Autorensoftware usw. Auch Internetanwendungen, wie Kommunikationssoftware und Web-Browser, werden inzwischen häufig im Unterrichtskontext genutzt. Anwendungssoftware stellt in der Schule schon länger im Rahmen der informationstechnischen Grundbildung einen Unterrichtsgegenstand dar. Dabei geht es vor allem darum, den Schülern als Teilaspekt von Medienkompetenz Handhabungskompetenzen

zur Nutzung dieser auch in der Berufswelt häufig genutzten Programme zu vermitteln (vgl. 3.1).

Erst im konstruktivistischen Paradigma wird jedoch auf das didaktische Potenzial von Anwendungsprogrammen hingewiesen, indem sie als „kognitives Werkzeug“ für die Erarbeitung von Lerninhalten gesehen werden (Jonassen, 1996). Dieses von Papert (1980) eingeführte Konzept beinhaltet, dass Lernende Anwendungsprogramme selbst aktiv mit Inhalten füllen, um Sachverhalte zu veranschaulichen, Zusammenhänge zu verstehen, Informationen zu strukturieren etc. Ähnlich wie bei Mikrowelten ist die Zielvorstellung beim Einsatz des Computers als kognitivem Werkzeug nicht die Vermittlung vorgegebener Inhalte und Prozeduren, sondern liegt auf dem eigenständigen Erarbeiten komplexer Probleme und der Auseinandersetzung mit selbstgewählten Inhalten. Jonassens Konzept der Nutzung des Computers als Denkwerkzeug sieht grundsätzlich auch kollaborative Tätigkeiten vor, d. h. in der Regel sollen Anwendungsprogramme von Lernergruppen genutzt werden, die sich miteinander über die Einzelschritte der Problemlösung und die erzielten Ergebnisse verständigen, so dass es zu sozialen Aushandlungsprozessen kommt und verschiedene Lösungsmöglichkeiten und Perspektiven des vorgegebenen Problems direkt miteinander verglichen werden können. Auch das Internet kann als kognitives Werkzeug genutzt werden. In den vergangenen Jahren sind hierzu zahlreiche Pilotprojekte durchgeführt worden, z. B. das auf der Lerntheorie Vygotskys (1978) beruhende Projekt „5<sup>th</sup> Dimension“ (Anderson, Eckles & Sutter, 2001), eine virtuelle Lernergemeinschaft, in der Kinder (unter anderem) durch den Austausch von Email an die Zone ihrer nächstmöglichen Entwicklung herangeführt werden und so miteinander und voneinander lernen, oder das Projekt „MOOSE Crossing“ von Bruckman (1997), eine virtuelle Welt, in der Kinder gemeinsam interaktive Objekte programmieren.

Bei der Nutzung von Anwendungssoftware im Rahmen eines lehrergeleiteten und eines konstruktivistischen Unterrichtskonzepts ergeben sich ähnliche Unterschiede wie bei Simulationen und Mikrowelten sowie hypermedialen Programmen. Im lehrergeleiteten Konzept kann Anwendungssoftware vor allem in Übungsphasen zur Lösung einfacher Aufgaben eingesetzt werden, wobei die Nutzung durch den Lehrer vorstrukturiert und gelenkt wird. Im konstruktivistischen Konzept wird dagegen das Potenzial von Anwendungssoftware wie oben beschrieben darin gesehen, dass die Schüler komplexe Aufgaben in Lerngruppen eigenständig erarbeiten können, z. B. im Rahmen von Projektarbeitsphasen.

Zusammenfassend lässt sich somit sagen, dass auch auf der Ebene der Lernprogrammtypen vieles dafür spricht, dass die Einbindung des Computers in den Schulunterricht eher ein

konstruktivistisches Methodenkonzept unterstützt. Denn die Mehrzahl der heute verfügbaren und propagierten Programmtypen legt eine solche Nutzung nahe.

### 3.3 Empirische Untersuchungen zur Integration von Computern in den Schulunterricht

Können Computer die in sie gesetzten Erwartungen erfüllen? Gibt es Belege, dass sie auf unterrichtsmethodischer Ebene eine konstruktivistische Praxis unterstützen? Zur Beantwortung dieser Fragen wird im folgenden ein Überblick über die Ergebnisse empirischer Forschung zur Integration des Computers in den Schulunterricht gegeben. Die Ergebnisse werden dabei in Anlehnung an das dieser Arbeit zugrundeliegende Strukturmodell methodischen Handelns nach verschiedenen Methodenebenen getrennt, um eine systematische Betrachtung der Befunde zu ermöglichen.

Wie eingangs unter Bezugnahme auf von Saldern (2001) bereits festgestellt wurde, ist bei der Forschung zum Computer in der Schule vergleichsweise selten der empirische Fokus darauf gerichtet worden, ob und wie sich die Unterrichtspraxis durch die Einführung des Computers verändert. Ein großer Teil der Untersuchungen konzentriert sich auf die Lernwirksamkeit des Computers, die vor allem in der psychologischen Forschung häufig unter labor-experimentellen Bedingungen untersucht wurde. Untersuchungen zur unterrichtsmethodischen Einbindung des Computers im Feld wurden in erster Linie im Rahmen der Begleitforschung zu innovativen Pilotprojekten durchgeführt, etwa dem US-amerikanischen Projekt „Apple Classrooms of Tomorrow“ (Dwyer, 1994) oder dem britischen „ImpaCT“-Programm (Hammond, 1994). Die Ergebnisse beruhen mehrheitlich auf Fallstudien in einzelnen Schulen bzw. Schulklassen. Ausnahmen stellen einige groß angelegte Befragungsstudien dar, allen voran die internationale „Comped“-Studie der „International Association for the Evaluation of Educational Achievement“ (IEA), an der sich zwischen 1989 und 1992 20 verschiedenen Nationen beteiligten (Pelgrum & Schipper, 1993). Seit 1997 führt die IEA mit der „Second Information Technology in Education Study“ (SITES) eine Nachfolgestudie durch, mit dem Ziel, weltweite Vergleichsdaten zur Verbreitung und Nutzung von Computern im Bildungssystem zur Verfügung zu stellen (Pelgrum, 2001). Die Studie besteht aus mehreren Modulen. In Modul 1 (1997-1999) wurde flächendeckend eine Umfrage bei Schulleitern und Technikadministratoren zu Ausstattung und Nutzung von Computern in Schulen durchgeführt. Modul 2 (1999-2002) beleuchtet innovative Nutzungen des Computers anhand von Fallstudien von Schulen, die sich durch eine fortgeschrittene Nutzung des Computers im Unterricht auszeichnen. In Modul 3 (2001-2005) werden Schulleiter, Lehrer und Schüler intensiv zu Nutzungen

des Computers im Unterricht befragt. Bisher liegen nur aus Modul 1 Ergebnisse vor (Pelgrum, 2001). Eine weitere auf Fallstudien basierende internationale Studie wurde vom Centre for Educational Research and Innovation (CERI) der OECD zwischen 2000 und 2002 durchgeführt (Venezky & Davis, 2002). Die Fragestellungen und genutzten Instrumente gleichen dabei denen von SITES Modul 2, wobei ein stärkerer Fokus auf Kontextbedingungen innovativer Computernutzungen gelegt wurde, um besonders für Schuladministration und Bildungspolitik relevante Informationen zu erhalten. Die Bundesrepublik Deutschland beteiligte sich an der Comped- und an der OECD/CERI-Studie. An SITES nimmt sie an Modul 2 und 3 teil.

Aus Deutschland gibt es, bis auf die auf Fallstudien basierenden Ergebnisse, für die vergangenen Jahre kaum Daten zur Verbreitung und Nutzung von Computern im Unterricht. Erst seit 2001 wird die Computerausstattung deutscher Schulen flächendeckend erfasst (BMBF, 2001). Wozu die Computer im Unterricht genutzt werden, wird dabei jedoch nur unzureichend erfragt. Umfangreichere Daten zur Ausstattung und Nutzung liegen auch aus der Begleitforschung der Initiative „Schulen ans Netz“ vor (Hunneshagen et al., 2001), die jedoch nur für diejenigen Schulen repräsentativ sind, die sich an dem Pilotversuch beteiligten. Die Untersuchung von Hunneshagen et al. (2001) bezieht sich außerdem schwerpunktmäßig auf die Nutzung des Internet im und außerhalb des Unterrichts.

Im US-amerikanischen Raum wird die schulische Computerausstattung und -nutzung dagegen schon länger landesweit erhoben. Daten dazu liegen z. B. vom National Center for Education Statistics (Meyer, 2001) vor. Als Teil dieser meist auf Befragungen bei Schuladministratoren, Lehrern und Schülern beruhenden Daten werden auch Computernutzungen im Unterricht abgefragt. Ebenfalls aufschlussreich sind die Daten der Teaching, Learning and Computing Survey (TLC Survey), die 1998 vom Center for Research on Information Technology and Organizations der University of California, Irvine durchgeführt wurde (Anderson & Ronkvist, 1999; Becker, 2000). Im Rahmen dieser Studie wurden neben allgemeinen Ausstattungs- und Nutzungsdaten auch Einstellungen von Lehrern und Angaben zu Veränderungen des Unterrichts erfragt. Ebenfalls auf der Grundlage landesweiter US-amerikanischer Daten, die im Rahmen des National Assessment on Educational Progress (NAEP) vom National Center of Education Statistics erhoben werden, führte Wenglinski (1998) eine Analyse des Computereinsatzes im Mathematikunterricht durch.

Der im folgenden zusammengefasste Forschungsstand zur Nutzung von Computern im Unterricht und zu den sich daraus ergebenden Unterrichtsveränderungen beruht zum einen auf diesen breit angelegten Vergleichsstudien. Hinzugezogen werden Ergebnisse von Einzel-

versuchen und Pilotprojekten, da diese häufig wesentlich detaillierter darüber Aufschluss geben, welche Veränderungen auf der Ebene der konkreten Unterrichtsmethoden mit der Einführung von Computern verbunden sind. Diese Untersuchungen zeichnen meist auch ein facettenreicheres Bild von den kontextuellen Faktoren, die die Computernutzung im Schulunterricht bedingen.

Abschließend muss noch darauf hingewiesen werden, dass die Mehrzahl der zur Zeit vorliegenden Studien deskriptive Beobachtungen von Auswirkungen der Computernutzung im Unterricht sind. Die Grundlage der meisten Studien bilden Befragungen bei Lehrern und Schülern zu ihrer subjektiven Wahrnehmung von Unterrichtsveränderungen. Solche schriftlichen und mündlichen Selbstauskünfte unterliegen der Gefahr verschiedener Verzerrungen (Bortz & Döring, 1995). Insbesondere bei Lehrern und Schülern, die für die Teilnahme an einem prestige-trächtigen Pilotprojekt ausgewählt wurden, ist die Tendenz, dass sie sozial erwünscht antworten und das Projekt in einem positiven Licht darstellen, nicht ausgeschlossen. Die Analyse des Unterrichts durch unabhängige Beobachter und die Sammlung von Verhaltensdaten, die die Einschätzungen von Lehrern und Schülern absichern könnten, ist demgegenüber wesentlich seltener. Auch Untersuchungen, in denen Aussagen zu Unterrichtsveränderungen durch ein Kontrollgruppendesign überprüft wurden und Effekte von Lehrermerkmalen, Lerninhalten und Schülermerkmalen kontrolliert oder systematisch variiert wurden, liegen bisher so gut wie nicht vor. Das Hauptproblem bei der Realisierung solcher Studien besteht darin, dass Unterrichtsveränderungen sich sinnvoll nur im Feld, also in den Schulen, untersuchen lassen, wo eine systematische Variation der oben genannten Faktoren schwer umzusetzen ist. Zudem sind in den evaluierten Pilotprojekten zunächst oft nur wenige Klassen mit Computern ausgestattet worden, so dass auch deshalb ein einzelfallanalytisches Vorgehen die einzig mögliche Forschungsstrategie war. Schließlich kann eine vollständige Beschreibung von Unterricht, besonders seiner „inneren“ Seite wohl kaum ohne die subjektiven Eindrücke der beteiligten Lehrer und Schüler auskommen, auch wenn es sicher wünschenswert wäre, diese Daten mit der Wahrnehmung externer Beobachter zu triangulieren. In dem folgenden Überblick kann keine detaillierte Kritik jeder referierten Studie geleistet werden. Stattdessen soll versucht werden, konsistente Ergebnisse, die sich in unterschiedlichen Kontexten und trotz unterschiedlicher methodischer Mängel gezeigt haben, herauszuarbeiten.



### 3.3.1 Computerausstattung deutscher Schulen im internationalen Vergleich

Zwar wurde in den vergangenen Jahren immer wieder auf den Nachholbedarf, den deutsche Schulen gegenüber anderen Ländern im Hinblick auf die Computerausstattung haben, hingewiesen (Schnoor, 2000). Verlässliche Daten über die Anzahl und Nutzung von Computern in deutschen Schulen lagen indes lange Zeit nicht vor. Erstmalig wurde im März 2001 im Auftrag des Bundesministerium für Bildung und Forschung bundesweit der Stand der schulischen Computerausstattung in Deutschland erfasst (BMBF, 2001). Als Indikator für die Dichte der Computerausstattung im internationalen Vergleich hat sich das Schüler-Computer-Verhältnis durchgesetzt, da es genauer als die einfache Prozentzahl der mit Computern ausgestatteten Schulen erfasst, wie viele Computer tatsächlich für die unterrichtliche Nutzung zur Verfügung stehen. Computer, die lediglich in der schulischen Verwaltung genutzt werden, werden von diesen Zählungen in der Regel ausgenommen. Neuere Erhebungen differenzieren nach dem Alter der zur Verfügung stehenden Geräte, da für viele neuere Lern- und Anwendungsprogramme multimediafähige Computer erforderlich sind. Auch die Ausstattung mit Internetanschlüssen wird seit einigen Jahren in internationalen Erhebungen standardmäßig erfragt.

Die Dichte der Computerausstattung ist in vielen Industrienationen in den vergangenen Jahren sprunghaft angestiegen. Abb. 9 stellt exemplarisch die Entwicklung der Computerausstattung in den U.S.A. zwischen 1992 und 2000 dar.

Pelgrum (2001) zeigt anhand der SITES Daten auf, dass sich die Ausstattungsdichte in fast allen untersuchten Industrienationen zwischen 1995 und 1998 zumindest verdoppelt, teilweise gar verdreifacht hat (z. B. Frankreich, Dänemark, Japan, Neuseeland, Norwegen, Singapur, Kanada). 1998 hatten bereits zahlreiche Nationen ein Schüler-Computer Verhältnis von 10 : 1 oder darunter erreicht (z. B. Dänemark, Finnland, Norwegen, Kanada, Neuseeland, Singapur; Pelgrum, 2001).

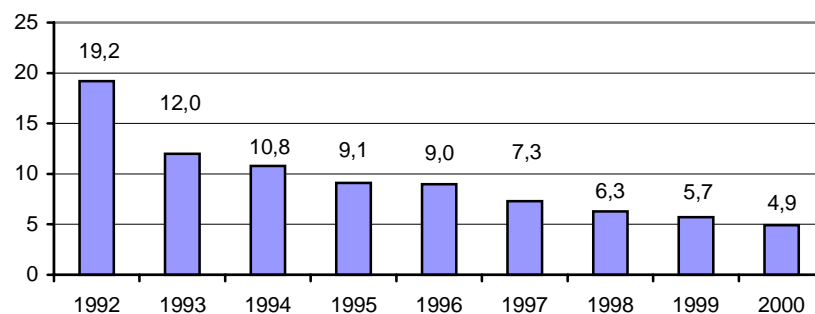


Abb. 9: Anzahl der Schüler pro Computer in den U.S.A. zwischen 1992 und 2000 (Meyer, 2001; S. 51)

Auch in Deutschland hat sich die Computerausstattung in den vergangenen Jahren deutlich verbessert. In den alten Bundesländern teilten sich 1995 noch 63 Schüler einen Computer (Schnoor, 2000). 1998 waren es bereits 36,5 Schüler<sup>5</sup> (Hunneshagen et al., 2001). Im März 2001 ist die Quote auf 18 Schüler pro Computer gestiegen (BMBF, 2001). Im Mai 2002 gibt das BMBF eine Quote von 17 Schülern pro Computer an, und es wird davon ausgegangen, dass die Ausstattung sich weiterhin verbessern wird. Die Ausstattung ist dabei am schlechtesten in der Grundschule, wo 23 Schüler auf ein Gerät kommen und am besten in den Berufsbildenden Schulen, wo sich 13 Schüler einen Computer teilen.

Von den Computern, die deutschen Schülern zur Verfügung stehen, sind etwa zwei Drittel multimediafähig (BMBF, 2002), d. h. ein solches Gerät teilen sich in Deutschland 25 Schüler, wobei die Ausstattung wiederum in den Berufsbildenden Schulen am besten und in der Grundschule am schlechtesten ist. In den Vereinigten Staaten kamen im Jahr 2000 etwa acht Schüler auf einen Multimediacomputer (Meyer, 2001).

An das Internet angeschlossen sind in Deutschland nach Angaben des BMBF in 2002 alle deutschen Schulen. In anderen Industrienationen sind dies zwischen über 90% (Island, Kanada, Finnland, Singapur) und unter 30% (Bulgarien, Zypern, Russland; Pelgrum, 2001). Allerdings sind in Deutschland trotz der Vollausstattung nur 58% der vorhandenen Computer an das Internet angeschlossen, so dass sich ca. 29 Schüler einen Computer mit Netzzugang teilen. In den U.S.A. waren dies im Jahr 2000 nur etwa acht Schüler (Meyer, 2001).

Im internationalen Vergleich liegt Deutschland also trotz starker Steigerungsraten in den vergangenen Jahren in seiner schulischen Computerausstattung noch weit hinter einigen anderen Industrienationen. Das Land befindet sich heute auf einem Ausstattungsstand, den andere Nationen bereits vor 5 bis 10 Jahren erreicht hatten (Schnoor, 2000).

Die bisher eher geringe Ausstattungsdichte deutscher Schulen mit Computern spiegelt sich auch in der Forschungsliteratur zu Unterrichtsveränderungen durch Computer wider. Der weitaus größte Anteil von Evaluationen und Studien in diesem Bereich stammt aus dem angelsächsischen Raum, besonders den U.S.A. Auch wenn Unterschiede in den Schulsystemen der Länder die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf das deutsche System einschränken (Breiter, 2001), zeigt sich in internationalen Vergleichsuntersuchungen, dass mit der Integration des Computers länderübergreifend durchaus ähnliche Erfahrungen gemacht wurden (Collis & Carleer, 1993). Die folgende Darstellung des Forschungsstandes zu Computern und Unterricht beruht deshalb auf internationalen Befunden. Die im zweiten Teil dieser Arbeit

---

<sup>5</sup> Die Quote bezieht sich nur auf die Schulen, die am Modellversuch „Schulen ans Netz“ teilnahmen.

dargestellte empirische Studie leistet einen Beitrag dazu zu prüfen, wieweit sich die Ergebnisse auch in Deutschland replizieren lassen.

### 3.3.2 Unterrichtsmethodische Veränderungen

#### *3.3.2.1 Computernutzung und genutzte Software*

Während sich ein großer Teil der theoretischen Literatur zum Lernen mit Computern mit der Gestaltung und Lerneffektivität unterschiedlicher Formen von Lernsoftware auseinandersetzt, zeigt sich in verschiedenen Studien der schulischen Unterrichtspraxis, dass dort in den letzten Jahren die Nutzung von Werkzeug- und Anwendungssoftware deutlich gegenüber der Nutzung von Lernsoftware überwiegt (Anderson & Ronnkvist, 1999; Becker, 2000; Collis & Carleer, 1993; Doherty & Orlofsky, 2001; Duffy & McMahon, 1999; Dwyer, 1994; Meyer, 2001, Venezky & Davis, 2002).

Dafür spricht zum einen die schulische Software-Ausstattung: Anderson und Ronnkvist (1999) fanden in einer Befragung an 655 Schulen aller Schulstufen (TLC Studie), dass mehr als 80% der im Unterricht eingesetzten Schulcomputer mit Textverarbeitungs- (96%), Tabellenkalkulations- (83%), Datenbank- (81%) und Bildbearbeitungssoftware (80%) ausgestattet waren. Fachspezifische Software war dagegen nur auf zwischen 50% (Mathematik-spezifische Programme) und 12% (Fremdsprachen-spezifische Programme) der Schulcomputer installiert. Grundschulen verfügten deutlich häufiger über fachspezifische Software als Mittel- und Oberschulen. Die Ausstattung schulischer Computer erlaubt zwar keinen direkten Rückschluss auf die unterrichtliche Nutzung, sie spiegelt jedoch die in dieser und anderen Studien gefundenen Nutzungsdaten. Becker (2000) wertete die im Rahmen der selben Studie erhobenen Angaben von 4.083 Lehrern aus 1.150 Schulen (ab Klasse 4) zur Nutzung von Computern im Unterricht aus. Über alle Schulfächer und Unterrichtsformen hinweg wurde Anwendungssoftware, besonders ganze Softwarepakete (z. B. Clarisworks, Microsoft Works, Microsoft Office), als am nützlichsten für den Unterricht beurteilt. Befragt nach ihrer tatsächlichen Softwarenutzung im Unterricht (nur Programme, die häufiger als zehn Stunden pro Schuljahr genutzt wurden) wurde fächerübergreifend an erster Stelle Textverarbeitungssoftware genannt, die besonders im Englischunterricht (38% der befragten Lehrer), in der informationstechnischen Grundbildung (ITG, 76% der Befragten), in Businesskursen (78% der Befragten) und in der Grundschule<sup>6</sup> (46% der Befragten) eingesetzt wurde. Drillsoftware und Lernspiele wurden am häufigsten in der Grundschule eingesetzt, wo

---

<sup>6</sup> nicht nach Fächern differenziert

ein Drittel der befragten Lehrer angaben, diese mehr als 10 Stunden im Schuljahr genutzt zu haben. Für Simulationen und explorative Lernumgebungen wurde in allen Fächern nur eine geringe Nutzung angegeben. Am häufigsten wurden sie von Lehrern in ITG (22%), Business- (19%) und berufsvorbereitenden Kursen (21%) genutzt. Von allen befragten Fachlehrern zeigten die Mathematiklehrer die geringste Computernutzung. Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen Collis und Carleer (1993) sowie Meyer (2001).

Die starke Verbreitung von Anwendungssoftware kann jedoch, anders als in Kapitel 3.2.4 dargestellt, nicht notwendig als Indikator für eine Hinwendung zu konstruktivistischen Unterrichtsmethoden gesehen werden.

So stellte sich im „Apple Classrooms of Tomorrow“-Projekt (Dwyer, 1994) heraus, dass Anwendungsprogramme wie Textverarbeitung, Graphikprogramme und Datenbanken vor allem deshalb bevorzugt eingesetzt wurden, weil zur Zeit der Untersuchung (1986-87) für die in den Schulen genutzten Macintosh-Computer kaum Lernsoftware existierte.

In ihrer faktorenanalytischen Untersuchung stellten Pelgrum und Schipper (1993) darüber hinaus fest, dass die Nutzung von Anwendungssoftware mit der Nutzung des Computers in der informationstechnischen Grundbildung und dem Lernen *über* Computer zusammenhängt, nicht jedoch mit der integrierten Nutzung des Computers im Fachunterricht. Anwendungssoftware wurde also auch noch Anfang der 1990er Jahre häufig nicht als kognitives Werkzeug im Fachunterricht eingesetzt, sondern stellte lediglich einen Unterrichtsgegenstand im informationstechnischen Unterricht dar.<sup>7</sup>

Einige neuere Studien deuten jedoch darauf hin, dass Anwendungsprogramme seit Mitte der 1990er Jahre zunehmend als kognitives Werkzeug im Rahmen eines konstruktivistischen Methodenkonzepts eingesetzt werden. So zeigt Becker (2000), dass konstruktivistisch orientierte Lehrer im Vergleich häufiger Anwendungssoftware einsetzen, während traditionell orientierte Lehrer am relativ häufigsten Drillsoftware und Simulationen bzw. explorative Lernumgebungen einsetzen. Auch in den Evaluationsstudien von Dwyer (1994) und Duffy und McMahon (1999) wird die Nutzung von Anwendungssoftware mit konstruktivistischem Lernen in Verbindung gebracht, während die Verwendung von Drillsoftware eher als Kennzeichen eines lehrergelenkten Unterrichtsstils begriffen wird.

---

<sup>7</sup> Dieses Nutzungsmuster war übrigens in Deutschland von allen untersuchten Nationen am deutlichsten ausgeprägt.

### 3.3.2.2 Sozialformen

Die vorliegenden Befunde unterstützen insgesamt die Annahme, dass die Einführung von Computern zu einer Förderung des sozialen Lernens beitragen kann (Bertelsmann Foundation, 1998; Collis & Carleer, 1993; Chen & Looi, 1999; Duffy & McMahon, 1999; Dwyer, 1994; Eschenauer, 1999; Hammond, 1994; Schofield, 1997; Scott et al., 1992; Wiburg, Montoya & Sandin, 1999).

Unterschieden werden muss dabei zwischen Veränderungen der Sozialformen, die bewusst vom Lehrer eingesetzt werden und Veränderungen des Klassenklimas und der Interaktion, die sich häufig als nicht-intendierte Nebeneffekte des Computereinsatzes einstellen (Schofield, 1997). Auf beiden Ebenen scheint die Integration des Computers zu einem Ansteigen kooperativen Lernens und Verhaltens zu führen.

Auf der Ebene der vom Lehrer geplanten Sozialformen sind Gruppen- oder zumindest Paararbeit in der Regel eine organisatorische Notwendigkeit, da in den meisten Schulen nicht jedem Schüler ein eigenes Gerät für die Arbeit im Unterricht zur Verfügung steht. Schofield (1997) wie auch Peacock (1993) vertreten deshalb die Ansicht, dass der in zahlreichen Studien berichtete Anstieg kooperativer Arbeitsformen nicht ursächlich auf den Computer zurückgeführt werden könne, sondern vielmehr eine Folge der schulorganisatorischen Rahmenbedingungen sei.

Dem widersprechen jedoch Pilotversuche, die eine Vollaussstattung der Schüler mit Computern gewährleisteten (Duffy & McMahon, 1999; Dwyer, 1994). Das Projekte „Apple Classrooms of Tomorrow“ (Dwyer, Ringstaff & Sandholtz, 1990; Dwyer, 1994) und das „Buddy“ Projekt (Duffy & McMahon, 1999) statteten jeden Schüler mit zwei eigenen Computern, einem in der Schule und einem zuhause, aus. Ziel dieser Modellversuche, die als Vorläufer der heutigen Laptop-Projekte begriffen werden können, war es, festzustellen, ob und wie sich Unterricht und schulisches Lernen verändern, wenn eine Vollaussattung mit Computern erreicht ist. Auch in diesem Setting zeigte sich, dass die Kooperation und Interaktion der Schüler anstieg. Die Nutzung kooperativer Arbeitsformen im Unterricht mit Computern scheint also mehr zu sein als eine organisatorische Notwendigkeit. Dwyer und Mitarbeiter (1990) beobachteten allerdings, dass Veränderungen in den Sozialformen sich nicht genauso schnell einstellten, wie in Projekten, in denen Schüler sich gezwungenermaßen einen Computer teilten. Die Computer wurden von den Lehrern zunächst in ihren klassischen Unterrichtsstil integriert. Im ersten Projektjahr überwog der Klassenunterricht mit dem Computer, der jedoch in der Projektlaufzeit immer stärker zugunsten von kollaborativen Arbeitsformen zurückging. Ähnliche Erfahrungen berichten Wiburg et al. (1999) aus dem

zweijährigen „Nuestra Tierra“ Projekt, an dem sechs Schulen mit einem hohen Anteil latino-amerikanischer Schüler teilnahmen. In diesem Projekt wurde, nachdem anfänglich beobachtet wurde, dass die Lehrer relativ wenig von althergebrachten Lehrmethoden abrückten, ein begleitendes Schulungsprogramm in schülerzentrierten Unterrichtsformen für die Lehrer angeboten. Wiburg et al. führen den letztendlich beobachteten Anstieg kooperativer Arbeitsformen in erster Linie auf diese begleitende Schulung zurück. Auch Duffy und McMahon (1999) weisen auf die Wichtigkeit eines didaktischen Unterrichtskonzepts hin, das Kollaboration und Teamarbeit betont. Allerdings beobachteten sie auch in Klassen, in denen der Lehrer kein speziell auf kooperatives Arbeiten ausgerichtetes Unterrichtskonzept vertrat, einen Anstieg von Interaktion und Kooperation.

Ein ausgeprägtes Ergebnis, das in vielen Studien dokumentiert wurde, ist, dass die „informelle“ Interaktion der Schüler steigt, wenn Computer in den Unterricht integriert werden (Duffy & McMahon, 1999; Hunneshagen, Schulz-Zander & Weinreich, 2001b, Schofield, 1997, Wiburg et al. 1999). Dabei kommt es, besonders wenn mehrere Schüler sich einen Computer teilen, zwar auch zu gelegentlichen Spannungen (Bertelsmann Foundation, 1998; Schofield, 1997). Es überwiegt jedoch die Erfahrung, dass sich im Kontext der Computernutzung im Unterricht zahlreiche Gelegenheiten ergeben, einander zu helfen und zu unterstützen, wobei nicht nur der Lehrer, sondern (vielleicht gerade) auch die Schüler in der Lage sind, sachkundige Hilfe zu leisten. Typischerweise ist die Interaktion von Schülern im Kontext der Computernutzung kooperativ geprägt, wobei sich in der Klassengemeinschaft häufig „Schülerexperten“ herausbilden, was das Klassenklima in der Regel positiv beeinflusst (Bertelsmann Foundation, 1998; Hunneshagen et al., 2001b; Schofield, 1997).

Einige Studien widmen sich genauer der Qualität von Schülerinteraktionen, wenn sie am Computer arbeiten (Schofield, 1997 und Susman, 1998 im Überblick). Dabei wurde zwar in einzelnen Studien festgestellt, dass die aufgabenbezogene Kommunikation der Schüler zunahm, wenn der Computer genutzt wurde (Schofield, 1997; Dwyer, 1994). Susman (1998) führt jedoch zahlreiche Studien an, die zeigen, dass Gruppenarbeit mit dem Computer wenig effektiv ist, wenn die Schüler nicht genügend Anleitung erhalten, wie sie den Computer gemeinsam nutzen sollen. Häufig interagiert ein Gruppenmitglied mit dem Computer, während die anderen zuschauen. Interaktionen beschränken sich auf computer-technische Fragen, während eine inhaltliche Auseinandersetzung mit dem Thema ausbleibt (Peacock, 1993; Hammond, 1994). Susman (1998) bemängelt weiterhin, dass nicht alle Lernprogramme eine sinnvolle Gruppeninteraktion unterstützen. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt auch Schofield (1997), die unter Verweis auf Crook (1987) feststellt, dass abhängig von der Art der

genutzten Software bei Gruppenarbeit ganz unterschiedliche Verhaltensweisen (von abwechselnder Eingabe am Computer bis zu elaborierten Diskussionen) gezeigt werden. Sheingold, Hawkins und Char (1990) fanden in diesem Zusammenhang, dass die Wahl der Sozialform beim Einsatz von Software im Unterricht auch davon beeinflusst wurde, welches Verständnis der Lehrer von der Software hatte. In ihrer Meta-Analyse stellte Susman (1998) fest, dass die Qualität der Interaktion beim Arbeiten mit dem Computer tendenziell davon abhing, ob die Schüler vorher eine Anleitung für bzw. ein Training im gemeinsamen Arbeiten erhielten und welche Art Software sie nutzten. Drill and Practice Programme erwiesen sich in dieser Studie als weniger geeignet, kooperatives Lernen zu fördern als die Nutzung von tutorieller Lernsoftware bzw. Software, die komplexere Lernprobleme stellte.

Vor dem Hintergrund, dass das Potenzial des Computers häufig auch in der Bereitstellung individuell zugeschnittener Instruktion gesehen wird, ist es erstaunlich, wie selten neuere Evaluationen berichten, dass die Einführung des Computers generell zu einer verstärkten Individualisierung des Lernens und einer Zunahme der Einzelarbeit geführt hat. Schofield (1997) weist in ihrem Überblicksartikel über soziale Veränderungen im Unterricht durch die Integration des Computers darauf hin, dass verschiedene Studien erkennen lassen, dass Lehrer im Unterricht mit Computern weniger im Klassenverband unterrichten und sich stattdessen stärker mit einzelnen Schülern bzw. Schülergruppen beschäftigen. Methodisch sei ein Rückgang von lehrerzentrierten Unterrichtsformen zugunsten von individualisierten, interaktiven und schülerzentrierten Lernformen zu beobachten. Ob dabei jedoch alle Schüler in Einzelarbeit lernen, wird nicht klar. Angesichts der o. g. Rahmenbedingungen in den meisten Modellversuchen ist zu vermuten, dass immer nur ein Teil der Schüler individuell mit dem Computer lernen kann. Entsprechend berichtet Veen (1993), der anhand von vier Fallstudien untersuchte, wie Lehrer den Computer in ihren Unterricht integrierten, dass ein typisches Muster darin bestand, einzelne, meist schlechtere Schüler mit dem Computer individuell üben zu lassen, während der Rest der Klasse andere Einzel- oder Gruppenaufträge erhielt. Auch in anderen Evaluationen wird berichtet, dass der Computer in Einzelarbeit vor allem zur Förderung schlechter bzw. lernbehinderter Schüler mit Drill and Practice Programmen oder zur Belohnung guter Schüler eingesetzt wurde (Duffy & McMahon, 1999; Valdez et al., 2000). Eine solche Nutzung überwog in einer Studie von Wengliniski (1998; auch bei Becker Wong & Ravitz, 1999) in Klassen mit niedrigem Sozialstatus. Die Nutzung von Drillsoftware hing mit schlechteren mathematischen Leistungen zusammen als die Nutzung anspruchsvollerer

Programme, z. B. zur Förderung des kreativen Problemlösens.<sup>8</sup> Vermutlich hat es auch mit den Zielsetzungen der evaluierten Modellversuche zu tun, dass eine Individualisierung des Lernens in jüngerer Zeit selten beobachtet wurde, denn kollaboratives Lernen ist ein integraler Bestandteil des konstruktivistischen Unterrichtskonzepts, das durch die Einführung des Computers gefördert werden sollte.

### 3.3.2.3 Handlungsmuster

Bezüglich der Handlungsmuster wurde in einigen Studien eine gesteigerte Methodenvielfalt im Unterricht mit dem Computer beobachtet (Collis & Carleer, 1993; Dwyer et al., 1990). Dabei wird, übereinstimmend mit den unter 3.1 und 3.2 dargestellten Vermutungen, vor allem ein Anstieg schülerzentrierter Arbeitsformen festgestellt. Die Forschungsergebnisse sind jedoch nicht immer eindeutig. Becker und Mitarbeiter (1999) konstruierten vier Methodengebiete, in denen sie Veränderungen durch die Einführung des Computers erwarteten: Reflektives Schreiben (d. h. Aufsatzformen, in denen Schüler ihre eigene Arbeit und ihre Denkweisen beschreiben und reflektieren, z. B. in der Form eines Tagebuchs), divergentes Denken (d. h. Unterrichtsmethoden, die die Schüler anregen, Lerninhalte aus verschiedenen Perspektiven darzustellen und zu überdenken, z. B. durch Gruppendiskussionen oder Visualisierungsverfahren wie Mindmapping), Projektarbeit (d. h. langfristige, selbstgeplante Arbeitsaufträge, bei denen ein Produkt erstellt wird, das teilweise auch außerhalb der Schule zur Kenntnis genommen wird) und gemeinsames Problemlösen (d. h. die Arbeit an Aufgaben, für die es keine eindeutige Lösung gibt oder an selbstgestellten Aufgaben). Sie verglichen für diese vier Unterrichtsbereiche, inwieweit sich Unterschiede zwischen Schulen mit hoher und geringer Computerausstattung sowie mit und ohne begleitende Unterrichtsreformprogramme ergaben. Die Ergebnisse zeigten kein besonders deutliches Muster. Zwischen den Schulen mit hoher Computerausstattung, aber unterschiedlichen Reformprogrammen, bestanden teilweise erhebliche Unterschiede in der Häufigkeit, mit der die verschiedenen Methoden eingesetzt wurden. Die von ihnen detailliert evaluierten Schulen des „Co-NECT“ Programms, deren Zielsetzung bei der Integration des Computers eine Steigerung des projektbasierten, interdisziplinären Lernens in authentischen und realistischen Anwendungssituationen war, zeigten besonders hohe Werte in den Unterrichtsdimensionen reflektives Schreiben, divergentes Denken und Projektarbeit. Schulen, die den Computer unter anderen Zielsetzungen einführen, lagen auf diesen Dimensionen jedoch deutlich unter den Werten der „Co-NECT“ Schulen,

---

<sup>8</sup> Diese Korrelationsstudie erlaubt jedoch keine Aussage darüber, ob die Nutzung unterschiedlicher Software die Ursache oder die Folge der Unterschiede in den Mathematikleistungen der Schüler ist.



zum Teil sogar unter den Werten der nationalen Vergleichsstichprobe. Die Ergebnisse von Becker et al. (1999) legen deshalb den Schluss nahe, dass der Inhalt des begleitenden Reformprogramms bzw. die Zielsetzung des Computereinsatzes einen größeren Einfluss auf die Veränderung des Unterrichts hat als die Bereitstellung von Computern an sich.

Es zeichnet sich jedoch ab, dass die Einführung der Computer die Realisierung eigenständiger Projektarbeit und selbstgesteuerten, explorativen Lernens erleichtert (Bertelsmann Foundation, 1998; Dwyer, 1994; Wiburg et al., 1999). Der Computer mit seinen vielfältigen Möglichkeiten, Informationen zu sammeln, zu visualisieren, zu ordnen und aufzubereiten erweitert den Spielraum, den Lehrer für die Realisierung dieser Arbeitsformen im Unterricht haben. Dwyer (1994) fasst die Erfahrungen aus dem „Apple Classrooms of Tomorrow“-Projekt zusammen, die exemplarisch für andere Pilotprojekte stehen können:

What is technology's role in this? Personal computers, printers, laserdisc players, VCRs, scanners, and general-purpose tool software like word processors and *HyperCard* provide an excellent platform - a conceptual environment - where children can collect information in multiple formats and then organize, play, visualize, link, and discover relationships among facts and events. Students can then use the same technologies to communicate their ideas to others to argue and critique their beliefs, to persuade and teach others, and to add greater levels of understanding to their own growing knowledge.

(Dwyer, 1994; S. 7)

In verschiedenen Studien deutet sich also an, dass Computer auf der Ebene der Handlungsmuster tatsächlich die „katalysatorische“ Wirkung für die Veränderung haben können, die ihnen verschiedentlich zugeschrieben wird (Becker et al., 1999; Dwyer, 1994; Wiburg et al., 1999).

#### 3.3.2.4 Rollenverständnis

Insbesondere während der ersten Welle der Computerintegration in den 1980er Jahren wurde heftig debattiert, ob der Computer den Lehrer aus der Schule verdrängen würde (Kamke-Martasek, 2001; Schofield, 1997). Aus heutiger Sicht erscheint diese Befürchtung unbegründet. Schofield (1997) verweist auf eine eigene Studie, die gezeigt hat, dass selbst Intelligente Tutorielle Systeme, die von allen Lernprogrammtypen noch am ehesten dazu gedacht sind, den Lehrer zu ersetzen, zentrale Lehrfunktionen im Unterricht wie das Beantworten komplexer Fragen nicht übernehmen können. Davon abgesehen ist wohl auch kein Computerprogramm in der Lage, die sozialen und emotionalen Aufgaben eines Lehrers im Unterricht zu leisten.

Im Zusammenhang mit den im vorhergehenden Abschnitt genannten Veränderungen bei Sozialformen und Handlungsmustern ist in zahlreichen Studien festgestellt worden, dass sich die Selbstwahrnehmung der Lehrer von der einer Autorität, deren Aufgabe es ist, im Unterricht Wissen an die Schüler zu vermitteln, zu der eines Helfers und Lernberaters verändert (Becker, 2000; Bertelsmann Foundation, 1998; Duffy & McMahon, 1999; Dwyer et al., 1990; Hinsch & Schneider, 2001; Olson, 1988; Schofield, 1997; Wiburg et al., 1999). Die unter 3.2. geäußerte Annahme scheint sich also zu bestätigen. Verschiedene Studien zeigen, dass sich dieses Rollenbild verstärkt, je länger Lehrer mit Computern unterrichten (Becker, 2000; Dwyer et al., 1990). Die Veränderung des Rollenverständnisses vollzieht sich jedoch nicht immer problemlos. So berichten Beynon und Mackay (1993) von mehreren Studien, in denen die Lehrer zwar der Einführung von Computern gegenüber positiv eingestellt waren, sich jedoch in ihrer Rolle als Wissensvermittler bedroht fühlten (vgl. auch Hinsch & Schneider, 2001). Insbesondere damit, den Schülern mehr Verantwortung für ihren Lernprozess zu übertragen, scheinen viele Lehrer Probleme zu haben. Sie sind sich dabei vor allem unsicher, ob und wie sie die curricular gesteckten Lernziele mit schülerzentrierten, offenen Methoden wie z. B. dem Projektunterricht erreichen können (Dwyer, 1994; OECD, 1989; Sheingold et al., 1990; Wiburg et al., 1999).

Neben den veränderten Handlungsmustern stellt sich als ein weiterer Grund dafür, dass sich die Rolle des Lehrers im Unterricht durch die Einführung des Computers verändert, heraus, dass die Schüler dem Lehrer im Hinblick auf den Umgang mit dem Computer häufig überlegen sind (Duffy & McMahon, 1999; Hunneshagen et al., 2001b; Schofield, 1997). Auch wenn gelegentlich berichtet wird, dass dieser Wissensvorsprung der Schüler von Lehrern als Bedrohung erlebt wird (Hinsch & Schneider, 2001), sehen viele Studien hierin eine Bereicherung, die im Unterricht produktiv genutzt werden kann (Duffy & McMahon, 1999; Hunneshagen et al., 2001; Schofield, 1997).

Inwieweit sich die Veränderung der Lehrerrolle ursächlich auf die Einführung des Computers zurückführen lässt, ist unklar. Die Ergebnisse verschiedener Studien deuten darauf hin, dass nicht nur die Einführung des Computers auf die Lehrerrolle wirkt, sondern dass es auch von der Einstellung des Lehrers abhängt, ob und wie er Computer im Unterricht einsetzt (z. B. Venezky & Davis, 2002). Dies belegt die bereits unter 3.4.2.1 dargestellte TLC Studie von Becker (2000), die zeigt, dass konstruktivistisch orientierte Lehrer den Computer deutlich häufiger einsetzen als traditionell orientierte Lehrer. In ähnlicher Weise schließen Duffy und McMahon (1999) aus ihren Beobachtungen im „Buddy“ Projekt, dass die Einstellung der Lehrer bzw. die persönliche Unterrichtsphilosophie entscheidend dafür ist, wozu sie Compu-

ter im Unterricht nutzen. Je stärker sie einen schülerzentrierten Unterrichtsansatz vertraten, desto eher waren sie bereit, Kontrolle im Unterricht an die Schüler abzugeben. Direkt wurde dieser Zusammenhang in den Studien von Veen (1993) und McCraw, Meyer und Tompkins (1995) untersucht, die beide fanden, dass die Nutzung des Computers einem bestehenden Lehrstil untergeordnet wurde. In beiden Studien führte die Einführung des Computers nur bei solchen Lehrern, die ohnehin eine eher schülerzentrierte Unterrichtsphilosophie vertraten, zu einer Veränderung der Lehrerrolle weg von der des Wissensvermittlers hin zu der eines Helfers und Lernberaters. Entsprechend haben auch einige Studien ergeben, dass die Rolle des Lehrers sich durch die Einführung des Computers nicht verändert hat (Carey, 1991; Riel, 1989).

Lehrer- und Schülerrolle im Unterricht sind unmittelbar miteinander verknüpft. Insofern ist es nicht erstaunlich, dass die Studien, die eine Veränderung in der Rolle des Lehrers gefunden haben, auch auf Schülerseite von Veränderungen berichten. Im gleichen Maße, wie die Lehrer das Verhalten der Schüler im Unterricht weniger steuern und kontrollieren, wurde auf Schülerseite eine Zunahme der Unabhängigkeit und Selbständigkeit bei der Nutzung des Computers und bei der Selbstorganisation ihres Lernens festgestellt (Bertelsmann Foundation, 1998; Collis & Carleer, 1993; Dwyer et al., 1990; Eschenauer, 1999; Schofield, 1997; Scott et al., 1992). Schofield (1997) referiert verschiedene Studien, die ergaben, dass die Schüler im Unterricht mit Computern den Eindruck haben, mehr bei der Wahl von Lernformen und der Unterrichtsstrukturierung mitbestimmen zu können. Duffy und McMahon (1999) stellten fest, dass die Schüler im Unterricht mit Computern öfter Gelegenheit erhielten, die Rolle des Lehrers zu übernehmen und dadurch ein besseres Verständnis für Lehrer- und Schülerrolle entwickelten. Die Entwicklung einer gleichberechtigten Lerngemeinschaft von Lehrern und Schülern wurde so unterstützt. Auch Hinsch und Schneider (2001) berichten aus einer Schülerbefragung im Rahmen des Projekts „Schulen ans Netz“, dass die Schüler ihr Verhältnis zum Lehrer im Unterricht mit Computern als positiver, lockerer, persönlicher und entspannter wahrnahmen.

Auf affektiv-motivationaler Ebene sind diese Veränderungen in der Regel mit positiven Folgen verbunden. Schofield (1997) gelangt in ihrem Literaturüberblick zu der Auffassung, dass höhere Motivation und positive Effekte auf affektive Variablen zu den konsistentesten Ergebnissen der Untersuchungen von computerbasierter Instruktion zählen. Sie fasst eine Fülle von Studien zusammen, die beständig gezeigt haben, dass der Einsatz des Computers zu mehr Interesse und Freude der Schüler am schulischen Lernen, zu höherem Engagement, größerer Ausdauer, längerer Beschäftigung mit dem Lernstoff und regelmäßigerem Schul-

besuch führte (vgl. auch Bertelsmann Foundation, 1998; Chen & Looi, 1999; Collis & Carleer, 1993; Duffy & McMahon, 1999; Dwyer et al., 1990; Hammond, 1994; Wiburg et al., 1999). Verbunden mit der erhöhten Motivation berichten einige Studien darüber hinaus, dass die Einführung des Computers für viele Schüler eine positive Wirkung auf ihr Selbstvertrauen und Fähigkeitskonzept hatte. Häufig wird berichtet, dass die Schüler stolz auf die Produkte waren, die sie im Unterricht mit dem Computer erstellt haben (Chen & Looi, 1999; Duffy & McMahon, 1999; Dwyer, 1994). Lernschwache Schüler erhielten teilweise durch den Computer eine besondere Förderung und konnten ihre Schwächen durch die Nutzung des Computers kompensieren. Sie konnten sich dadurch besser in den Unterricht einbringen, was sie in ihrem Selbstvertrauen bestärkte (Duffy & McMahon, 1999).

Auch einige Meta-Studien erfassen neben der Lerneffizienz Ergebnisse zu Motivation und Einstellung der Schüler (Bangert-Drowns, Kulik & Kulik, 1985; Fletcher-Flinn & Gravatt, 1995; Kulik & Kulik, 1991). Gesondert betrachtet wurden dabei die Effekte auf die Einstellung zum Computer, zum Unterrichtsfach und zur Unterrichtsmethode. Die Größe der Stichproben war für diese Analysen teilweise sehr klein, so dass die Aussagekraft der Ergebnisse begrenzt ist. Übereinstimmend wurden für alle Variablen positive Effekte gefunden, allerdings waren diese unterschiedlich groß (vgl. Tab. 6). Die größten Effekte wurden für die Unterrichtsmethode festgestellt, die tendenziell geringsten Effekte ergaben sich für die Einstellung zum Unterrichtsfach.

Meta-Analyse	Einstellung zu Computern	Einstellung zur Unterrichtsmethode	Einstellung zum Unterrichtsfach
Bangert-Drowns, Kulik & Kulik (1985)	.62 (N = 4)	.39 (N = 2)	.09 (N = 11)
Kulik & Kulik (1991)	.34 (N = 19)	.28 (N = 22)	.05 (N = 32)
Fletcher-Flinn & Gravatt (1995)	.07 (N = 7)	.50 (N = 10)	.24 (N = 6)

Tab. 6: Auswirkung computerbasierter Instruktion auf die Einstellung der Schüler (Effektstärke und Stichprobengröße)

Bezüglich der Motivation wird von Kritikern darauf hingewiesen, dass die positiven Effekte eventuell lediglich dem Neuheitseffekt des Computers zuzuschreiben und somit nicht von Dauer sind (Clark, 1985). Fletcher-Flinn und Gravatt (1995) und Kulik und Kulik (1991) werteten deshalb Studien von kürzerer Dauer (ein bis vier Wochen) und längerer Dauer (mehr als vier Wochen) getrennt aus. Beide Analysen kamen zu dem Ergebnis, dass kürzere Treatments größere Effekte zeigten, was auf das Vorhandensein eines Neuheitseffekts hindeutet. Die größeren Effekte bei kürzeren Studien könnten sich jedoch auch auf eine strengere experimentelle Kontrolle in diesen Studien zurückführen lassen (Kulik & Kulik, 1991). Schofield (1997) gibt zu bedenken, dass sich der Neuheitseffekt im schulischen Alltag

vermutlich ohnehin nicht so schnell abnutzt, da die Schüler, anders als in Modellversuchen, nur sehr begrenzte Zeit mit Computern arbeiten. Darüber hinaus haben Langzeitstudien eine gleichbleibend hohe Motivation über längere Zeiträume gezeigt (Bertelmann Foundation, 1998; Dwyer, 1994).

### *3.3.2.5 Unterrichtsziele und Lerninhalte*

Den meisten Modellversuchen zur Integration des Computers liegen bestimmte pädagogische Zielvorstellungen zugrunde. Seit den 1990er Jahren verfolgen Pilotprojekte dabei zumeist explizit das Ziel, konstruktivistisches Lernen in der Schule zu fördern (Becker et al., 1999; Collis & Carleer, 1993; Duffy & McMahon, 1999; Eschenauer, 1999; Mandl, Reinmann-Rothmeier & Gräsel, 1998; Venezky & Davis, 2002; Wiburg et al., 1999). In Kapitel 3.1 wurde erläutert, wie sich eine solche Entwicklung aus den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, in die die Schule eingebunden ist, ergibt. Collis und Carleer (1993), die in einer multiplen Fallstudie die Erfahrungen, die an neunzehn verschiedenen Schulen aus sechs Ländern mit der Integration von Computern gemacht wurden, zusammenfassen, stellen fest, dass in keiner der von ihnen untersuchten Schulen eine Verbesserung der Fachleistungen von Schülern im Rahmen des traditionellen Unterrichts angestrebt wurde. Stattdessen standen lehrer- bzw. schulbezogene Ziele bei der Integration des Computers im Vordergrund. Mit der Einbindung des Computers war in den meisten Fällen die Vorstellung verbunden, eine Innovation der Unterrichtspraxis anzustoßen, wobei Collis und Carleer kritisieren, dass die Zielvorstellungen von den Schulen häufig vage formuliert sind und sich der Messbarkeit entziehen.

Aber auch auf der konkreten methodischen Ebene wurde untersucht, wie sich Lernziele und -inhalte im Unterricht mit Computern verändern. Hunneshagen et al. (2001) befragten Lehrer dazu, welche Lernziele sie mit dem Einsatz von Computer und Internet verbinden. Zu den häufigsten Nennungen zählten die Förderung sozialer Kompetenzen und des eigenständigen, selbstverantwortlichen Lernens, von Methodenkompetenzen (speziell im Hinblick auf den Umgang mit Information) sowie die Stärkung von Medienkompetenz. Die Förderung der fachlichen Leistungen wurde in ihrer Befragung ebenfalls von etwa 70% der Lehrer als Ziel des Computereinsatzes genannt. Weiterhin spielten affektive Lernziele eine große Rolle. Mehr als 80% waren der Ansicht, den Computer zur Förderung der Lernfreude und Motivation einsetzen zu können. Dabei unterschieden sich Lehrer, die den Computer regelmäßig nutzen, von unregelmäßigen Nutzern. Bei fast allen Items war die Zustimmung, dass sich bestimmte Lernziele durch den Einsatz des Computers fördern lassen, bei den regelmäßigen

Nutzern größer. Besonders ausgeprägt war dieser Unterschied hinsichtlich sozialer Lernziele. Einig waren sich die beiden Nutzergruppen dagegen in Hinblick auf die Lernziele Medienkompetenz und Informationsrecherche, denen in beiden Gruppen 90% der Befragten zustimmten.

Auch in einigen anderen Untersuchungen zeigte sich ein Zusammenhang von Erfahrung mit dem Einsatz des Computers, pädagogischer Einstellung und konstruktivistischen Unterrichtszielen (Becker, 2000; Duffy & McMahon, 1999, Dwyer et al., 1990). Duffy und McMahon (1999) fanden, dass Lehrer, die Probleme mit der Integration des Computers in den Unterricht im Rahmen eines konstruktivistischen Unterrichtskonzepts hatten, stattdessen den Erwerb von technischen Umgangskompetenzen als Lernziel betonten. Becker et al. (1999) stellten in ähnlicher Weise fest, dass Lehrer, die an dem konstruktivistisch orientierten „Co-NECT“ Projekt teilnahmen, weniger Wert auf die Vermittlung von Computerkompetenz legten als Lehrer der Vergleichsgruppe.

### 3.3.3 Lerneffektivität

Stärker als die Unterrichtspraxis stand in den vergangenen Jahrzehnten die Frage nach der Lerneffektivität des Computers im Zentrum der Forschungsbemühungen zum Komplex Computer und Schule. Deshalb werden an dieser Stelle einige zentrale Ergebnisse diesbezüglicher Untersuchungen wiedergegeben, auch wenn die Wirkung von Computern auf die Lernleistung von Schülern nicht im Zentrum der vorliegenden Arbeit steht.

Die Anzahl der Forschungsarbeiten, die seit den 1960er Jahren durchgeführt worden sind, um die Lerneffektivität des Computers zu belegen, ist heute kaum noch zu überblicken. Die Ergebnisse der Studien sind widersprüchlich. Längst nicht immer konnte nachgewiesen werden, dass computer-unterstütztes Lernen traditionellen Instruktionmethoden überlegen ist. Mittels meta-analytischer Techniken (Glass, McGaw & Smith, 1981) wird versucht, die Flut der Studien und Experimente zu systematisieren und Trends, die sich studienübergreifend zeigen, sichtbar und nachweisbar zu machen. Gegenüber narrativen Zusammenfassungen des Forschungsstands und einfachen Gegenüberstellungen signifikanter und nicht-signifikanter Ergebnisse bietet diese Methode den Vorteil einer größeren Objektivität und Nachvollziehbarkeit wie auch der zufallskritischen Absicherung von studienübergreifend erkennbaren Zusammenhängen.

Grundsätzlich und konsistent wurde in allen Metastudien ein schwacher Vorteil von computerbasierter Instruktion gegenüber traditioneller Instruktion gefunden (vgl. Tab. 7).

In den meisten Meta-Analysen wurde dabei nicht nach Programmtyp differenziert. Insbesondere bei den älteren Studien ist jedoch davon auszugehen, dass primär tutorielle Programme und Drill and Practice Programme in die Evaluation eingegangen sind, da Simulationen und Mikrowelten erst in den 1980er Jahren, hypermediale Programme sogar erst in den 1990er Jahren entwickelt und im Schulunterricht eingesetzt wurden. Gleiches gilt für das Konzept von Anwendungssoftware als kognitivem Werkzeug. Die in Meta-Analysen festgestellten Effektgrößen reichen von .127 (Christmann & Badgett, 2000) bis .502 (McNeil & Nelson, 1991). Nach Cohen (1977) ist damit die Effektivität des computerbasierten Lernens als positiv, wenn auch als gering zu beurteilen. Laut Tallmadge (1977, zit. nach Christmann, Badgett & Lucking (1997) können zwar bereits Effektgrößen von .25 im pädagogischen Kontext als bedeutsam angesehen werden. Gemessen an der Effektgröße, die in Meta-Analysen anderer pädagogisch-didaktischer Maßnahmen gefunden wurden, ist der Effekt computerbasierter Instruktion jedoch bestenfalls durchschnittlich. So berichtet Hattie (1990, 1992) aufgrund einer Zusammenfassung von 337 Meta-Analysen unterschiedlicher pädagogischer Maßnahmen eine mittlere Effektgröße von .40.

Meta-Analyse	Vergleich von ...	Schulniveau	Anzahl d. Studien	Zeit-raum	Durchschn. Effektgröße
Bangert-Drowns, Kulik & Kulik (1985)	CAI vs. trad. Instruktion	Sekundarstufe	51	1968-1982	.25
Kulik, Kulik & Bangert-Drowns (1985)	CAI vs. trad. Instruktion	Grundschule	44	1968-1983	.40
Kulik & Kulik (1991)	CAI vs. trad. Instruktion	Grundschule und Sekundarstufe	248	1968-1986	.30
Liao & Bright (1991)	Programmieren vs. trad. Instruktion	Grundschule, Sekundarstufe und College	65	1969-1989	.41
McNeil & Nelson (1991)	Interaktives Video vs. trad. Instruktion	nicht angegeben	63	1978-1988	.502
Azevedo & Bernhard (1995)	CAI mit Feedback vs. CAI ohne Feedback	nicht angegeben	22	1966-1992	.80
Fletcher-Flinn & Gravatt (1995)	CAI vs. trad. Instruktion	Vorschule/Kinder-garten, Grundschule, Sekundarstufe, College, Erwachsenen-bildung	120	1987-1992	.24
Niemiec, Sikorski & Walberg (1996)	CAI mit Lerner-kontrolle vs. CAI mit System-kontrolle	Grundschule, Sekundarstufe, College	24	nicht angeg.	-.41
Christmann, Badgett & Lucking (1997)	CAI vs. trad. Instruktion	Sekundarstufe	26	1985-1995	.187
Christmann, Badgett & Lucking (1997b)	CAI vs. trad. Instruktion	nicht angegeben	27	1985-1995	.21
Christmann & Badgett (1999)	CAI vs. trad. Instruktion	nicht angegeben	11	1985-1995	.266
Christmann & Badgett (2000)	CAI vs. trad. Instruktion	College	18	1983-1996	.127

Tab. 7: Meta-Analysen zur Lerneffektivität computerbasierter Instruktion

Neben der allgemeinen Lerneffektivität sind in den vorliegenden Meta-Analysen unterschiedliche Merkmale erhoben worden, um Aufschluss darüber zu erlangen, unter welchen Voraus-

setzungen und für welche Lernergruppen die Nutzung des Computers besonders lernförderlich wirkt.

### *3.3.3.1 Lernermerkmale, Schulfach und Anwendungskontext*

Die Ergebnisse verschiedener Studien deuten darauf hin, dass computerbasiertes Lernen für jüngere Lernende größere Effekte bringt als für ältere. Während die Effektgrößen für Vor- und Grundschüler zwischen .40 (Kulik et al., 1985) und .55 (Fletcher-Flinn & Gravatt, 1995) liegen, erreichen sie für Schüler der Sekundarstufe und des College-Levels in der Regel nur Effektgrößen um .20 oder darunter (Bangert-Drowns et al., 1985; Christmann et al., 1997; Christmann & Badgett, 2000; Fletcher-Flinn & Gravatt, 1995). Bezüglich der kognitiven Fähigkeiten stellen Kulik et al. (1985) einen leichten Vorteil für lernschwache Schüler fest. Fletcher-Flinn und Gravatt (1995) konnten diesen Vorteil in ihrer Folgeanalyse jedoch nicht bestätigen.

Verschiedene Studien (Bangert-Drowns et al., 1985; Fletcher-Flinn & Gravatt, 1995; Kulik et al., 1985; Kulik & Kulik, 1991) untersuchen, ob sich in Abhängigkeit des Lerninhalts bzw. des Schulfachs Unterschiede in der Lerneffektivität des Computers ergeben. In der Regel zeigen sich dabei keine signifikanten Unterschiede. Die im Vergleich größte Effektstärke wird jedoch übereinstimmend für das Fach Mathematik festgestellt. Relativ schlecht schneidet, ebenfalls übereinstimmend, der Bereich Lesen und Schreiben ab.

### *3.3.3.2 Lernprogrammtypen und Designmerkmale*

Meta-Studien, die unterschiedliche Formen computerbasierter Instruktion hinsichtlich ihrer Lerneffektivität miteinander vergleichen, sind eher selten. Bangert-Drowns et al. (1985) finden eine höhere Effektstärke bei Übungsprogrammen und tutoriellen Systemen als bei „Computer-Enriched Instruction“ (z. B. durch Simulationen oder die Verwendung des Computers zum Programmieren). Die Effektivität von Übungsprogrammen und tutoriellen Systemen bestätigt sich auch in den Studien von Kulik, et al. (1985) und von Kulik und Kulik (1991). McNeil und Nelson (1991) und Fletcher-Flinn und Gravatt (1995) finden dagegen nur geringe und nicht signifikante Unterschiede zwischen den von ihnen untersuchten Programmformen.



### 3.3.4 Rahmenbedingungen des Computereinsatzes

In den vorangegangenen Ausführungen zu Unterrichtsveränderungen, die mit der Integration des Computers verbunden sind, wurde bereits an verschiedenen Stellen auf die Bedeutung unterschiedlicher Rahmenbedingungen, z. B. Ausstattung, pädagogische Zielvorstellungen von Pilotprojekten oder individueller Lehrereinstellungen hingewiesen. Die Frage danach, ob und wie sich der Unterricht durch die Einführung des Computers verändert, kann nicht außerhalb dieses Kontextes betrachtet werden. Die Untersuchung der Kontextbedingungen geht aus von der Beobachtung, dass der Computer außerhalb der im Vorangegangenen referierten Pilotprojekte, in denen die Computernutzung mit viel Aufwand gefördert wurde, im schulischen Alltag kaum eine Rolle spielt. So stellte Bosch (1993) bei der Beobachtung von 90 zufällig ausgewählten Unterrichtseinheiten in verschiedenen US-amerikanischen Mittelschulen fest, dass Computer nicht in einer einzigen Stunde genutzt wurden. 30% der von ihr besuchten Klassenräume verfügten zwar über einen Computer. In den meisten Fällen war dieser jedoch offensichtlich seit längerem nicht benutzt worden. Auch in anderen Studien wird der Prozentsatz der Lehrer, die regelmäßig mit Computern im Unterricht arbeiten, als gering eingeschätzt. Pelgrum und Schipper (1993) berichten aus der IEA-CompEd Studie von durchschnittlich 20% der Lehrer, die den Computer regelmäßig im Unterricht einsetzen. Veen (1993) geht gar von unter 10% aus. Auch aus den neueren Ergebnissen des BMBF (2001) für Deutschland lässt sich schließen, dass der Computer von der Mehrheit der Lehrer bisher selten oder gar nicht im Fachunterricht eingesetzt wird. Mit der Nutzung des Internet sieht es ähnlich aus: Scholl und Prasse (2001) finden in der Evaluation des Projekts „Schulen ans Netz“, dass zwischen 3 und 15% der Lehrer eines Kollegiums das Internet im Unterricht nutzen. Die Daten des BMBF (2001) bestätigen eine äußerst geringe Nutzung. Der Einsatz beschränkt sich dabei auf wenige Fächer, insbesondere die Informationstechnische Grundbildung (vgl. auch Hunneshagen et al., 2001). Auch in amerikanischen Studien (Becker, 2000) wird bemängelt, dass der Computer deutlich seltener im Fachunterricht genutzt wird als in Computer- oder Businesskursen. Im Vergleich zu den deutschen Daten liegt der Prozentsatz der Lehrer, die den Computer regelmäßig fachlich integriert nutzen, jedoch etwas höher (zwischen 24% im Englischunterricht und 11% im Mathematikunterricht).

Die Gründe für den mangelnden Einsatz des Computers im Unterricht können auf verschiedenen Ebenen gesucht werden. Pelgrum (2001) teilt die in der SITE-Studie von Administratoren und Schulleitern geäußerten Begründungen in materielle und nicht-materielle Gründe ein. Zu den materiellen Gründen zählen dabei die Ausstattung betreffende Gründe (zu wenige oder zu alte Computer, Fehlen von Peripheriegeräten, Software und Internetanschlüssen), während er

unter immateriellen Gründen Lehrervariablen (mangelndes Wissen und Fertigkeiten, fehlende pädagogische Konzepte, fehlende Zeit zur Vorbereitung) und schulorganisatorische Gründe (mangelnde Zeit im Unterricht, fehlende technische Unterstützung, fehlende Unterstützung der Schulleitung) zusammenfasst. Diese Gründe decken mehr oder weniger das Spektrum ab, das auch in zahlreichen anderen Untersuchungen zu Barrieren der Computernutzung im Unterricht gefunden wurde (Becker, 2000; Bosch, 1993; Cuban, 1993; Fabry & Higgs, 1997; Hunneshagen et al., 2001; Meyer, 2001; Mooij & Smeets, 2001; Ross, Hogaboam-Gray & Hannay, 1999, Scholl & Prasse, 2001; Veen, 1993; Venezky & Davis, 2002). Uneinigkeit besteht dabei bei der Gewichtung der unterschiedlichen Faktoren. An erster Stelle steht zumeist die materielle Ausstattung. In der Befragung von Pelgrum (2001) war eine mangelhafte Ausstattung das am häufigsten genannte Hindernis für die Integration von Computern in den Unterricht und auch bei Meyer (2001) sowie Venezky und Davis (2002) wurde in der mangelnden Zahl der zur Verfügung stehenden Computer eine der wichtigsten Barrieren für den Computereinsatz gesehen. Es scheint auf der Hand zu liegen, dass in den Schulen zunächst eine ausreichende Zahl von Computern zur Verfügung stehen muss, damit die Lehrer diese ohne zu großen organisatorischen Aufwand in den Unterricht integrieren können. Entsprechend sehen verschiedene Vorschläge zu Strategien der Technik-Integration in der Schule als ersten Schritt vor, die Ausstattung der Schulen mit Hard- und Software voranzutreiben (Kerres, 2000; Mooij & Smeets, 2001). Das reine Schüler-Computer-Verhältnis erweist sich jedoch als wenig aussagekräftiger Indikator für die Computerintegration. So fand Pelgrum (2001), dass bei einem Schüler-Computer-Verhältnis von 20:1 oder höher in den verschiedenen Ländern ganz unterschiedliche Auffassungen darüber bestanden, ob die Ausstattung damit zufriedenstellend ist oder nicht. Selbst von den Lehrern, in deren Schulen das Schüler-Computer-Verhältnis weniger als 10:1 betrug, waren noch 40% der Meinung, die mangelhafte Ausstattung würde die Integration des Computers in den Unterricht behindern. Becker (2000) fand, dass ein wesentlicher Faktor für die Integration des Computers in den Unterricht der Standort der Geräte ist. In seiner Studie war die Wahrscheinlichkeit, dass Computer im Fachunterricht eingesetzt wurden, für Lehrer, die über fünf bis acht Computer im Klassenraum verfügten, doppelt so hoch wie für Lehrer, denen ein Computerraum mit 15 oder mehr Computern zur Verfügung stand. Auch Fabry und Higgs (1997) und Duffy und McMahon (1999) sehen in der mangelhaften Zugänglichkeit von Computern in Computerräumen eines der hauptsächlichen Hindernisse für die alltägliche Nutzung des Computers im Unterricht.

Als weiterer Faktor, der in einigen Studien als noch wichtiger für eine erfolgreiche Integration des Computers angesehen wird, gilt der Lehrer. Veen (1993) stellte fest, dass Lehrer bei identischer Verfügbarkeit von Computern die Geräte in ganz unterschiedlicher Weise und Häufigkeit in ihrem Unterricht nutzten. Lehrervariablen überwiegen also nach dieser Studie vor anderen Kontextvariablen, selbst vor der Ausstattung. Die Einstellung des Lehrers bzw. seine Vorstellung von Unterricht und Lernen und sein Rollenbild stellten in dieser Studie die wichtigste Einflussgröße dar. Sie beeinflussten andere Lehrervariablen wie Wissen und Fertigkeiten über den Computereinsatz im Unterricht, da nur Lehrer, die eine entsprechende Einstellung zum Unterricht hatten, bereit waren, sich Kenntnisse für den Einsatz des Computers im Unterricht anzueignen. Wie wichtig die Einstellung des Lehrers als Einflussgröße ist, erweist sich auch in der Untersuchung von Becker (2000). Er stellte jedoch fest, dass es neben der individuellen Auffassung von schulischem Lernen (konstruktivistisch vs. traditionell, vgl. Kap. 2.3) sehr wohl auf die allgemeine Computerkompetenz der Lehrer und die Computerausstattung ankam. Bei einer guten Ausstattung und überdurchschnittlichen Computerkenntnissen lag die Wahrscheinlichkeit, dass ein Lehrer Computer häufig im Fachunterricht einsetzt, um mehr als ein Drittel höher als bei Lehrern, die nur über eine konstruktivistische Einstellung, nicht jedoch über gute Computerkenntnisse und eine gute Ausstattung verfügten.

Verschiedene Untersuchungen bestätigen die Wichtigkeit der allgemeinen Computerkompetenz der Lehrer. Bei Pelgrum (2001), Smeets und Mitarbeitern (1999) und Venezky und Davis (2002) war fehlendes Computerwissen der Lehrer einer der am häufigsten genannten Hinderungsgründe für die Integration des Computers. Ross und Mitarbeiter (1999) fanden in einer regressionsanalytischen Untersuchung an 263 Lehrern, dass das Selbstvertrauen in die eigene Computerkompetenz der stärkste Prädiktor für die Einschätzung der Fähigkeit, den Computer im Unterricht einzusetzen, darstellte.

Ein weiter Hinderungsgrund, der auf Seiten der Lehrer gesehen wird, ist eine mangelnde Innovationsbereitschaft bzw. ein genereller Widerstand gegen Veränderungen (Fabry & Higgs, 1997; Marcinkiewicz, 1994; Mooij & Smeets, 2001). Die Integration des Computers ist für die meisten Lehrer zunächst mit hohen subjekten Kosten verbunden: Sich in die neue Technologie einzuarbeiten, kostet Mühe und Zeit. Hinzu kommen Unsicherheiten bei der Unterrichtsgestaltung, z. B. ein möglicher Kontroll- und Autoritätsverlust (Fabry & Higgs; 1997; Hunneshagen et al., 2001). Als Innovatoren oder Meinungsführer, die eine zentrale Rolle für die Diffusion von Innovationen spielen (Dormant, 1992; Rogers, 1995), gilt, vermutlich auch aus diesen Gründen, nur eine Minderheit der Lehrer (Fabry & Higgs, 1997;

Meyer, 2001, Venezky & Davis, 2002). Auch Mooij und Smeets (2001), Schofield (1997) und Veen (1993) gelangen zu der Auffassung, dass Lehrer bei der Integration von Computern nicht in erster Linie an einer grundsätzlichen Veränderung ihrer Unterrichtspraxis interessiert sind. Ihr Wunsch besteht vielmehr darin, das, was sie ohnehin tun, effektiver oder effizienter zu machen. Für die Integration des Computers ist es deshalb wesentlich, den Lehrern zu verdeutlichen, welchen Vorteil sie durch die Nutzung des Computers haben (Mooij & Smeets, 2001). In verschiedenen Studien hat sich gezeigt, dass eine Innovation der Unterrichtspraxis erst der zweite Schritt ist, nachdem Lehrer den Computer zunächst ihrem traditionellen Unterrichtsstil unterordnen. Diese Veränderung braucht jedoch Zeit. Im „Apple Classrooms of Tomorrow“ Projekt wurde beobachtet, dass auch noch nach zwei Jahren bei vielen Lehrern eine große Unsicherheit darüber bestand, wieweit sie sich vom klassischen lehrerzentrierten Unterricht entfernen sollten oder wollten (Dwyer et al., 1990). Je länger die Lehrer jedoch mit Computern unterrichteten, umso wahrscheinlicher wurde es, dass sie auch ihren Unterrichtsstil veränderten (vgl. auch Becker, 2000; Collis & Carleer, 1993).

Schließlich verweisen verschiedene Autoren auf die schulischen Rahmenbedingungen als weiteren wichtigen Faktor, der die Integration des Computers in den Unterricht bedingt. An erster Stelle wird hier die Rolle der Schulleitung genannt, die innovationsbereite Lehrer dadurch unterstützen kann, dass sie Bedingungen schafft, die die Einbindung des Computers erleichtern (Breiter, 2001; Collis & Carleer, 1993; Chen & Looi, 1999; Dwyer, 1994; Scholl & Prasse, 2001). Eine Maßnahme hierfür ist z. B. die Freistellung von Lehrkräften, damit sie sich in die Nutzung des Computers einarbeiten können, da mangelnde Zeit als ein zentraler Hinderungsgrund für viele Lehrer gilt, sich überhaupt mit dem Computer als Unterrichtsmedium auseinanderzusetzen (Fabry & Higgs, 1997; Meyer, 2001; Venezky & Davis, 2002). Eine weitere Bedingung, für die die Schulleitung und die ihr übergeordneten Organisations Ebenen Sorge tragen können, ist die Qualifizierung von Lehrkräften. Neben technischer Schulung hat sich auch die Weiterbildung hinsichtlich pädagogischer Konzepte als zuträglich erwiesen, um die Nutzung des Computers im Unterricht zu fördern (Chen & Looi, 1999; Fabry & Higgs, 1997; Hunneshagen et al., 2001; Meyer, 2001; Wiburg et al, 1999; Venezky & Davis, 2002). Weiterhin erweisen sich die technische Unterstützung und Wartung der Geräte als wichtige Faktoren, die über die Nutzung der Geräte entscheiden (Fabry & Higgs, 1997; Meyer, 2001).

Auf schulorganisatorischer Ebene fanden Scholl und Prasse (2001), dass es für die erfolgreiche Integration der Computer in den Unterricht von zentraler Bedeutung ist, dass die Schulleitung eine Promotorenfunktion übernimmt. Dabei erwies es sich ebenso als schädlich, wenn

die Schulleitung sich dieser Verantwortung entzog und die Promotion der Computernutzung einzelnen engagierten Lehrern überließ, wie auch, wenn sie durch „Druck von oben“ die Nutzung von Computern anordnete, ohne Zielsetzung und Nutzungskonzept mit dem Kollegium zu diskutieren und abzustimmen (vgl. auch Hammond, 1994; Prasse & Scholl, 2001). Scholl und Prasse (2001) analysierten auch die schulinternen Organisationsstrukturen und fanden, dass sowohl die Isolation einzelner aktiver Lehrkräfte (meist in einem Fachbereich wie der Informatik) wie auch die Konzentration der Computerkompetenz auf einen zentralen Promotor sich als hinderlich für die Diffusion der Computernutzung im Unterricht erwiesen. Bei beiden Strukturtypen beobachteten sie Störungen in der Kommunikation im Kollegium, die es interessierten Lehrern erschwerten, sich über die Computernutzung im Unterricht zu informieren oder am Prozess der Computerintegration an ihrer Schule mitzuwirken. Als günstigste Variante für eine progressive Computernutzung erwiesen sich laut Scholl und Prasse netzwerkartige Organisationsstrukturen, in denen größere und heterogene Gruppen aktiver Lehrer die Integration des Computers unterstützten.

Dwyer et al. (1990) und Becker (2000) haben auf bildungspolitischer Ebene festgestellt, dass ab einem bestimmten Zeitpunkt eine Flexibilisierung der Stundenpläne erfolgen muss, um einen fächerübergreifenden Unterricht zu ermöglichen und damit die Integration des Computers und die Innovation von Lehr- und Lernformen weiter voranzutreiben. Auch der Druck, die im Lehrplan vorgegebenen Themen vollständig abarbeiten zu müssen, stellt einen Hinderungsgrund für die Nutzung des Computers im Unterricht dar (Becker, 2000; Meyer, 2001), so dass sie sich für eine Revision der Curricula aussprechen. Interessant ist, dass Dwyer (1994) aus dem „Apple Classrooms of Tomorrow“-Projekt schließt, dass die am schwersten überwindbare Barriere bei der Integration des Computers die Bewertungssysteme der Schule darstellen (Dwyer, 1994). Sowohl die vergleichende Überprüfung von Schülerleistungen (insbesondere die in den Vereinigten Staaten verbreiteten nationalen standardisierten Tests) wie auch die Bewertung der Lehrer an vorgegebenen Leistungskriterien hätten sich als größtes Hindernis bei der konsequenten Integration des Computers in den Unterricht erwiesen. Hier deutet sich an, dass die Integration des Computers von weitreichenden organisatorischen und bildungspolitischen Änderungen begleitet sein muss, um wirklich erfolgreich zu sein.

Diesen Standpunkt vertreten auch Cohen (1988) und Cuban (1993). Ihrer Ansicht nach greifen die auf individueller und schulischer Ebene angeführten Hinderungsgründe zu kurz, um das Problem der mangelnden Integration des Computers in den Unterricht zu verstehen. Beide vertreten die Ansicht, dass die historisch-kulturelle Auffassung von Schule in unserer Gesellschaft der Integration von Computern grundsätzlich entgegensteht. Gesellschaftliche

Vorstellungen von Lernen durch Zuhören und Lehren als Vermittlung von Wissen durch Lehrer und Bücher sind kulturell tief verwurzelt und haben eine entsprechende institutionelle Praxis hervorgebracht, z. B. die Trennung der Schüler in Jahrgangsklassen oder die mehr oder weniger isolierten Arbeitsbedingungen der Lehrer. Auch die Fächertrennung und die Zerstückelung des Schultages in relativ kurze Phasen der Beschäftigung mit den einzelnen Fächern beruhen auf einer langjährigen kulturellen Praxis. Angesichts der Resistenz, die das Schulsystem in der Vergangenheit gegenüber schulreformerischen Bemühungen gezeigt hat, halten Cuban und Cohen es für unwahrscheinlich, dass sich durch die Integration des Computers eine tiefgreifende Veränderung des Unterrichts herbeiführen lassen wird. Sie plädieren deshalb dafür, dass die Integration des Computers von tiefgreifenden bildungspolitischen Maßnahmen begleitet sein sollte.

### 3.4 Zusammenfassung

Dieses Kapitel beschäftigte sich mit der Frage, ob und wie der Einsatz von Computern schulischen Unterricht verändert. Aus theoretischer Perspektive wurde zunächst aufgezeigt, dass Medien, und damit auch Computer als ein den Unterricht bedingender Faktor aufgefasst werden muss, der wechselseitig auf andere Unterrichtsfaktoren (Inhalte, Lernziele, Methoden) bezogen ist. Von einer unidirektionalen Wirkung des Computers kann also nicht ausgegangen werden. Weiterhin wurde auf die Einbindung des Unterrichts mit Computern in den größeren Kontext von Schule und Gesellschaft hingewiesen. Technische Innovationen, wie die momentane rasante Weiterentwicklung von Kommunikations- und Informationstechnologien, haben tiefgreifende gesellschaftliche Konsequenzen, die auch vor der Schule nicht halt machen. Mithilfe des systemischen Modells von Spanhel (1999) wurde demonstriert, wie computerbezogenes Wissen und Erwartungen von den Akteuren des Unterrichts, den Schülern und Lehrern, in den Unterricht hineingetragen werden und damit den Einsatz dieses Mediums beeinflussen. Auf der Output-Seite werden von der Gesellschaft bildungspolitische Forderungen an die Schule gestellt, die ebenfalls bedingen, wie und mit welchen Zielen Unterricht durchgeführt, und damit auch wie Medien eingesetzt werden. Im Zuge des Bedeutungszuwachses, den neue Medien in den vergangenen Jahren erfahren haben, wird aktuell auf bildungspolitischer Ebene diskutiert, welche Qualifikationen die Schule an ihre Absolventen vor diesem Hintergrund vermitteln soll. Die Schule sieht sich mit der Forderung konfrontiert, direkt auf die neuen Medien bezogene Kompetenzen (z. B. den Umgang mit Computer und Internet) wie auch indirekt mit der Computerisierung der Alltags- und Berufswelt in Verbindung stehende Schlüsselqualifikationen (z. B. den Umgang mit einer explosi-

onsartig ansteigenden Informationsproduktion oder die Fähigkeit zu lebenslangem Lernen) zu vermitteln. Um diese neuen Lernziele zu erreichen, werden (neue) Unterrichtsmethoden propagiert, besonders das in Kap. 2.3.3 vorgestellte konstruktivistische Unterrichtskonzept. Die Integration von Computern und Internet in den Schulen wird also von bildungspolitischer Seite unter bestimmten Zielvorstellungen vorangetrieben, die ebenfalls beeinflussen, wie und wozu Computer im Unterricht eingesetzt werden. Schließlich müssen die Medieneigenschaften selbst berücksichtigt werden. Verschiedene Programmtypen legen unterschiedliche Nutzungen nahe. Auch deshalb kann nicht von „der“ Wirkung des Computers auf „den“ Unterricht gesprochen werden.

Konkretisiert wurden diese eher allgemeinen Betrachtungen zur Rolle von Computern im Unterricht an Forschungsergebnissen zur Nutzung des Computers in der Schule in den vergangenen zehn Jahren. Dabei wurde deutlich, dass die Einführung von Computern unter bestimmten Bedingungen tatsächlich die katalysatorische Wirkung für eine Veränderung des Unterrichts haben kann, die diesem Medium zugeschrieben wird. Verschiedene Programmtypen, insbesondere sogenannte Werkzeugsoftware, erweitern den Spielraum, den Lehrer bei der Gestaltung offener Aufgaben haben, die Selbststeuerung und exploratives Lernen von den Schülern verlangen. Die Tatsache, dass Lehrer und Schüler häufig gemeinsam den Umgang mit dem Computer erlernen, kann den Lehrer zum Mitlernenden machen und damit zu einer gleichberechtigteren Rollenverteilung im Unterricht führen. In diesem Zusammenhang wurde auch beobachtet, dass sich die Einführung des Computers positiv auf die Interaktion und Kommunikation der Schüler untereinander und mit dem Lehrer auswirkte. Dies sind Beispiele für Veränderungen, bei denen der Computer eine zentrale Rolle spielt. Damit er jedoch seine volle Wirkung entfalten kann, müssen bestimmte Rahmenbedingungen gegeben sein. Dazu zählen z. B. die Orientierung an konstruktivistischen Lernzielen, ein Umfeld, das die Realisierung konstruktivistischer Unterrichtsmethoden unterstützt und die individuelle Bereitschaft des Lehrers, sich auf diese Unterrichtsform einzulassen. Sowohl theoretische Überlegungen wie auch bisherige Forschungsergebnisse lassen darauf schließen, dass Computer Anlass und Hilfsmittel für einen Wandel sind, aber für sich genommen wohl kaum ausreichen, um Unterrichtsveränderungen auszulösen. Nichts belegt dies eindringlicher als die Tatsache, dass sich bisher, selbst in den Ländern, in denen eine große Anzahl von Computern in den Schulen installiert wurde, an der schulischen Unterrichtspraxis kaum etwas verändert hat.

## 4. Eine neue Initiative zur Computerintegration: Der Einsatz mobiler Computer

Im vorhergehenden Kapitel wurde dargestellt, dass Computer dazu beitragen können, schülerzentrierte und konstruktivistische Unterrichtsmethoden zu fördern. Eine weitreichende Integration scheiterte dabei jedoch bisher an verschiedenen Barrieren auf individueller Lehrerebene, schulischer und bildungspolitischer Ebene. In den Einsatz von mobilen Computern werden seit einigen Jahren Hoffnungen gesetzt, die Integration des Computers als Unterrichtsmedium im Schulalltag weiter voranzutreiben. Mobile Computer lösen dabei zunächst Probleme auf der von Pelgrum (2001) als „materiell“ bezeichneten Ebene. Dies hat aber auch Auswirkungen auf schulorganisatorische und lehrerspezifische Barrieren.

In den meisten Projekten erhält jeder Schüler sein eigenes Gerät. Es wird also eine Vollausstattung erreicht. Da die Computer tragbar sind, lassen sie sich besonders flexibel einsetzen. Sie stehen Lehrern und Schülern jederzeit im Fachunterricht (im Klassenraum, in Fachräumen oder bei Exkursionen) sowie für die häusliche Nutzung zur Verfügung.

Auf Schülerseite erwarten Hill, Reeves und Heidemeier (2000) positive Effekte für Schulleistung und Motivation, da mobile Computer flexibel und dauerhafter eingesetzt werden können als normalerweise in der Schule üblich. Unter Bezugnahme auf das Modell des schulischen Lernens von Carroll (vgl. Kap. 2.2) schließen sie, dass die Bereitstellung mobiler Computer zu einer Erhöhung der Lerngelegenheit beitragen und besonders lernschwache Schüler in ihrer Fähigkeit, dem Unterricht zu folgen, unterstützen sollte.

Die positive Wirkung, die Laptops im Vergleich zu stationären Computern auf Motivation und Schulleistung der Schüler haben sollten, kann darüber hinaus damit begründet werden, dass die Geräte in den meisten Modellversuchen persönliches Eigentum der Schüler sind. Es kann vermutet werden, dass die Bereitstellung eines so wertvollen Geräts für den schulischen und häuslichen Gebrauch motivationsförderlich wirkt. Weiterhin ist anzunehmen, dass die Schüler sich in stärkerem Maße für die Geräte verantwortlich fühlen und sie eher als persönliches Arbeitsgerät betrachten, wenn diese ihnen selbst gehören, als wenn sie Eigentum der Schule sind und nur gelegentlich genutzt werden. Es erhöht sich also nicht nur die Dauer und Häufigkeit des Computereinsatzes in der Schule und zuhause, sondern auch die persönliche Bindung der Schüler an das Medium Computer, was dazu beitragen sollte, dass sie eher bereit sind, die Geräte selbstverständlich zum Lernen zu nutzen.

Befürworter von Laptop-Projekten gehen davon aus, dass die Bereitstellung eigener Computer, die flexibel einsetzbar sind, auch bei den Lehrern zu einem Umdenken und einer größeren Bereitschaft, Computer einzusetzen, beitragen werden. Sie argumentieren, dass mit der Einführung mobiler Computer viele Probleme, die bisher die Integration von Informations-



technologie in der Schule behindert haben, ausgeräumt werden können. So entfällt der organisatorische Aufwand, der mit der gemeinsamen Nutzung eines Computerraums verbunden ist. Auf schulorganisatorischer Ebene kann als positive Folge erwartet werden, dass die von Scholl und Prasse (2001) beschriebene Dynamik, den Computerraum zum „Refugium“ eines oder weniger Expertenlehrer zu machen, aufgebrochen wird und ein günstiges Promotorenmodell unterstützt wird.

Mobile Computer wecken damit erneut die Hoffnung, die stationäre Computer bisher nicht eingelöst haben, nämlich als Katalysatoren für eine grundlegende Reform des schulischen Lernens zu wirken (Haefner, Eichmann & Hinze, 1987; Owen & Lambert, 1996; Robertson, Calder, Fung, Jones & O'Shea, 1997).

Kritiker wie Albion (1999) und McKenzie (2002) wenden dagegen ein, dass die meisten Studien zur Nutzung mobiler Computer in der Schule bisher den Nachweis schuldig geblieben sind, dass Laptops die in sie gesetzten Erwartungen erfüllen. Wenn überhaupt, hätten sich lediglich positive Effekte bestätigt, die schon bei der Nutzung von stationären Computern, bei denen nicht jedem Schüler und Lehrer ein eigenes Gerät zu Verfügung stand, gefunden wurden. Es sei also nach wie vor völlig unklar, wie wichtig die Mobilität der Computer oder ein Schüler-Computer-Verhältnis von 1:1 für die erzielten Ergebnisse sei. Im Gegenteil hätten sich bei der Nutzung von Laptops sogar häufig Probleme ergeben (z. B. größere Anfälligkeit für technische Defekte, kleiner Bildschirm, Gewicht), die sie klassischen Desktop-Computern unterlegen erscheinen lassen. Weiterhin ist die Bereitstellung eines eigenen Laptops für jeden Schüler mit wesentlich höheren Kosten verbunden als die Einrichtung eines Computerraums mit Desktop-Geräten oder die Ausstattung der Klassenräume mit einer begrenzten Zahl von Computern.

In diesem Kapitel wird ein Überblick über Modellprojekte zur Nutzung mobiler Computer und über bisherige Evaluationsergebnisse gegeben. Zur Systematisierung der Ergebnisse auf unterrichtsmethodischer Ebene wird wiederum auf die Dimensionen des Strukturmodells methodischen Handelns zurückgegriffen. Die folgenden Ausführungen beruhen in Teilen auf einem Aufsatz von Schaumburg (2001).

#### **4.1 Modellversuche zur Nutzung mobiler Computer in der Schule**

Erste Modellversuche mit mobilen Computern wurden bereits zu Beginn der 1990er Jahre in Australien durchgeführt (Franklin, 1991; Methodist Ladies College, 1993; Riegler, 1992). Die Einführung von mobilen Computern in der Schule wurde als sehr vielversprechend angesehen. Angeschoben durch staatliche Förderung, aber auch durch massive Zuwendungen priva-

ter Sponsoren, z. B. von Firmen wie Compaq, Toshiba und Microsoft („Anytime Anywhere Learning“-Programm, Rockman et al., 1997) haben Laptop-Computer seit Mitte der 90er Jahre besonders in US-amerikanischen und australischen Schulen eine beachtliche Verbreitung gefunden. Inzwischen gibt es weltweit wohl mehrere Hundert Schulen, in denen Schülerinnen und Schüler mit mobilen Computern lernen und arbeiten (Rockman et al., 1999). Dabei haben sich verschiedene Implementationsformen herauskristallisiert. Rockman et al. (1997) kommen auf der Grundlage einer Evaluation von 29 Schulen, die sich an Pilotversuchen zur Nutzung mobiler Computer in den U.S.A. beteiligten, zu fünf verschiedenen Modellen der Integration von Laptops in der Schule:

- ▶ das *konzentrierte* Modell: Jeder Schüler und jede Schülerin einer Klasse hat einen eigenen Laptop, den er/sie auch mit nach Hause nehmen kann
- ▶ das *disperse* Modell: Nur ein Teil der Schüler einer Klasse hat eigene Laptops, Laptop- und Nicht-Laptop-Schüler sind innerhalb von Lerngruppen gemischt
- ▶ das *Klassensatz*-Modell (mobiler Computerraum): Die Schule erwirbt einen Klassensatz von Laptops, der von den Lehrern für Einzelstunden ausgeliehen und in den Klassenraum gebracht werden kann
- ▶ das *Schreibtisch*-Modell: Die Schule erwirbt eine begrenzte Anzahl von Laptops für jede Klasse, die in der Schule verbleiben und nicht mit nach Hause genommen werden können
- ▶ das *gemischte* Modell: Kombination mehrerer der o. g. Modelle in einer Schule

In den von Rockman et al. (1997) untersuchten Schulen kam das konzentrierte Implementationsmodell am häufigsten vor (46% der Schulen) und wurde bei einer Lehrerbefragung im Vergleich zu den anderen Modellen auch am besten beurteilt. Als Grund wurde vor allem genannt, dass mit dem konzentrierten Modell ein Höchstmaß an Flexibilität erreicht werden konnte, das die Integration der Computernutzung in den Fachunterricht erleichterte.

In Deutschland ist der Anteil der mobilen Geräte an der schulischen Computerausstattung mit im Mittel 3% verschwindend klein (BMBF, 2002). Das BMBF gibt im Jahr 2002 für mobile Computer ein mittleres Schüler-Computer-Verhältnis von 370:1 an. Dem im Jahr 2000 gegründete Bundesarbeitskreis „Lernen mit Notebooks“ gehörten im Mai 2002 zwanzig Schulen in Deutschland an, die aktuell den Einsatz von Laptops erproben (Bundesarbeitskreis „Lernen mit Notebooks“, 2002). Die Computer wurden zumeist im Rahmen von Pilotprojekten angeschafft, z. B. dem Modellversuch "Mobile Computer im Fachunterricht" (McFun) in Mecklenburg-Vorpommern (L. I. S. A., 1994, zit. nach Herzig, 1996), dem Microsoft-Partnerschulen-Programm am Michaeli-Gymnasium München (Schmidt, 2000), dem Projekt

„Notebooks in der Schule“, das im Rahmen des BLK-Programms SEMIK (Systematische Einbeziehung von Medien, Informations- und Kommunikationstechnologien in Lehr- und Lernprozesse) an sechs Hamburger Schulen durchgeführt wird (Mandl et al., 1998; Gräsel, Mandl, Manhart & Kruppa, 2000) oder dem Projekt "Notebook-Klassen - Lernen für die Zukunft" am Evangelisch-Stiftischen Gymnasium in Gütersloh (Engelen, 2000), auf dem auch die vorliegende Untersuchung beruht. Bei den meisten dieser Projekte handelt es sich um Implementationen nach dem konzentrierten Modell. In einigen Schulen wurde bzw. wird auch mit einem Klassensatz von Laptops, der an verschiedene Klassen ausgeliehen wurde, gearbeitet (z. B. McFun).

## 4.2 Empirische Untersuchungen zu schulischen Laptop-Projekten

Auf bundesdeutschem Gebiet gibt es zum gegenwärtigen Zeitpunkt aufgrund der im Vergleich zu anderen Ländern (USA, Australien) relativ späten Einführung von Laptops in der Schule und aufgrund der geringen Anzahl von Pilotprojekten noch wenige Ergebnisse zu den Veränderungen, die die Einführung von mobilen Computern in den Schulunterricht mit sich bringt. Zu einigen der oben genannten Pilotprojekte laufen jedoch zur Zeit wissenschaftliche Begleituntersuchungen.

Im US-amerikanischen Raum, in Australien, Großbritannien und anderen Ländern sind in den vergangenen Jahren einige, z. T. langjährige Evaluationsstudien durchgeführt worden, deren Ergebnisse für die Implementation mobiler Computer in deutschen Schulen interessant sind.

Bisherige Evaluationen von Laptop-Projekten hatten eher explorativen Charakter. So stand in vielen Studien die relativ offene Frage im Mittelpunkt, wie die Laptops überhaupt in der Schule eingesetzt werden, und welche Veränderungen sich dadurch für Lehrer und Schüler ergeben. Dies hängt auch damit zusammen, dass die didaktische Konzeption der Einbettung von Laptops in den Unterricht häufig recht vage ist. Was Collis und Carleer (1993) für die Zielsetzungen von Pilotprojekten zur Integration stationärer Computer feststellten, gilt auch für Laptop-Projekte: Sie haben zwar den Anspruch, das Lernen durch mobile Computer zu "verbessern" (z. B. durch eine größere Anschaulichkeit, Individualisierung, konstruktivistisches Lernen, Motivation, etc.). In welcher Weise die Computer jedoch konkret eingesetzt werden sollen, um dieses Ziel zu erreichen, ist vielen Positionspapieren von Laptop-Schulen nicht zu entnehmen (z. B. Ricci, 1999). Auch differieren die Ansätze unterschiedlicher Schulen in Abhängigkeit der jeweiligen Kontextbedingungen (Alter der Schüler, Größe von Lerngruppen, Implementationsmodell). In Evaluationsstudien zur Nutzung mobiler Computer in der Schule wurde deshalb eine breite Palette von Variablen und Fragestellungen betrachtet.

Entsprechend der Fragestellung der Untersuchung und der Darstellung im vorangegangenen Kapitel werden hier an erster Stelle Veränderungen des Unterrichts beschrieben. Der Vollständigkeit halber werden darüber hinaus Ergebnisse zu schulischen Leistungen und dem Erwerb von Schlüsselqualifikationen in Laptop-Projekten berichtet.

Methodisch basiert die Mehrzahl der Untersuchungen, wie die Studien zur Nutzung stationärer Computer, auf schriftlichen und mündlichen Befragungen von Lehrern, Schulleitern und Administratoren, Eltern und Schülern. Die methodischen Probleme, die ein solches Vorgehen mit sich bringt, wurden bereits unter 3.3 diskutiert. In einigen Einzelfällen wurden die Befragungen durch Beobachtungen in den Pilotschulen ergänzt. Solche Studien werden im folgenden gesondert ausgewiesen. Zur Messung von Leistungsveränderungen kamen meist standardisierte Schulleistungstests zum Einsatz.

#### 4.2.1 Unterrichtsmethodische Veränderungen

Im Zusammenhang mit der Veränderung von Unterricht wurde in vielen Untersuchungen deskriptiv erhoben, ob, wie und wozu die Laptops überhaupt in der Schule genutzt werden. In einigen Studien wurde anschließend versucht, einen Zusammenhang zwischen bestimmten Nutzungsformen und den resultierenden Lernveränderungen herzustellen. Eine weitere Variable, die im Zusammenhang mit dem schulischen Unterricht Gegenstand vieler Untersuchungen war, ist die Lernmotivation der Schüler.

##### *4.2.1.1 Computernutzung und genutzte Software*

In bezug auf den schulischen Unterricht wurde generell (und nicht überraschend) ein starkes Ansteigen der Computernutzung festgestellt (Abrams, 1999; Bruck, Stocker, Geser & Pointner, 1998; Robertson et al., 1996; Rockman et al., 1998). Allerdings zeigte sich an den letzten Ergebnissen der Langzeitstudie zum Microsoft Anytime Anywhere Learning Program mit 450 Schülern und fast 50 Lehrern von 13 verschiedenen Schulen (Laptop- und Nicht-Laptop-Klassen; Rockman et al., 1999), dass sich die Ausstattung der Schulen in den U.S.A. inzwischen stark verbessert hat (vgl. Kap. 3.4.1), so dass kaum noch ein Unterschied im Computerzugang von Laptop- und Nicht-Laptop-Schülern ausgemacht werden konnte. Dennoch wurde beim Vergleich von Laptop- und Nicht-Laptop-Schülern festgestellt, dass Laptop-Schüler Computer und Internet sowohl in der Schule wie auch zuhause signifikant häufiger und länger nutzen als Nicht-Laptop-Schüler. Dieses Ergebnis stützt die Hypothese, dass entscheidend für die Nutzungshäufigkeit von Computern in und außerhalb der Schule

nicht allein die Anzahl der zur Verfügung stehenden Geräte ist, sondern ihre leichte Zugänglichkeit und flexible Nutzbarkeit.

Keinen so deutlichen Anstieg in der Häufigkeit der Computernutzung im Unterricht fanden die Studien von Hill, Reeves, Grant und Wang (2001) und Newhouse und Rennie (2001). Zumindest zu Beginn des Projekts hatte sich die durchschnittliche Nutzungsdauer der Computer nur begrenzt erhöht. Während Hill et al. (2001) dieses Ergebnis mit dem frühen Beobachtungszeitpunkt begründen und auf Projekte wie „Apple Classrooms of Tomorrow“ (Dwyer, 1994) verweisen, die ebenfalls gezeigt haben, dass die Integration neuer Technologie in den Unterricht einen Prozess von mehreren Jahren darstellt, führen Newhouse und Rennie (2001) die begrenzte Nutzung eher auf fach- und lehrerspezifische Variablen zurück. Auf die Bedeutung von Lehrervariablen deuten auch die Ergebnisse von Stevenson (1999) hin. Er berichtet eine Abnahme der Laptopnutzung in dem dreijährigen Zeitraum seiner Beobachtung eines Laptop-Projekts, der sich vermutlich darauf zurückführen lässt, dass die Laptopklassen im dritten Projektjahr von Lehrern übernommen wurden, die bisher nicht am Laptop-Projekt teilgenommen hatten.

Rockman et al. (1999), Stevenson (1999), Newhouse und Rennie (2001) und Hill et al. (2001) fanden weiterhin, dass die Computernutzung nicht in allen Fächern gleich stark zugenommen hatte. Besonders häufig wurden die Laptops in den Sprachen und in sozialkundlichen Fächern eingesetzt, am seltensten im Fach Mathematik. Im Vergleich zu Nicht-Laptop-Klassen fand sich allerdings in allen Fächern eine größere Häufigkeit der Computernutzung.

Inhaltlich wurde immer wieder gefunden, dass die Laptops hauptsächlich zur Informationsrecherche und zum Schreiben genutzt wurden (Abrams, 1999; Bruck et al., 1998; Hill et al., 2001; Rockman et al., 1998; Stevenson, 1999). In den Studien von Rockman et al. (1999) und Hill et al. (2001) kamen als weitere Nutzungen mit in etwa gleicher Häufigkeit die Analyse von Daten und die Präsentation von Information hinzu. Auch Newhouse und Rennie (2001) beschreiben zumindest in einigen der von ihnen untersuchten Kohorten eine größere Bandbreite schulischer Nutzungen (z. B. zusätzlich HyperCard und Graphikprogramme). Hauptsächlich genutzt werden jedoch, von wenigen Ausnahmen abgesehen, Anwendungsprogramme. Hier bestätigt sich der Trend, der bereits für die Nutzung stationärer Computer gefunden wurde: Lernsoftware spielt in den meisten aktuellen Computerprojekten eine untergeordnete Rolle, während Anwendungssoftware intensiv genutzt wird. Aus einigen Laptop-Projekten liegen weitere detaillierte Daten über deren qualitativen Beitrag zum Lernen vor (vgl. Kap. 4.2.1.3).

#### 4.2.1.2 Sozialformen

Wie bei der Integration stationärer Computer wurde auch in Studien zur Nutzung von Laptops eine Zunahme der Interaktion zwischen den Schülern nachgewiesen. In seiner Befragung bei 18 Lehrern und 215 Schülern eines Laptop-Projekts in Beaufort County fand Stevenson (1998), dass Schüler und Lehrer im zweiten Projektjahr angaben, dass sich die Interaktion und Kommunikation von Schülern im Unterricht durch die Nutzung der Laptops verbessert hatte. Dabei erhöhte sich, wie dies bereits Studien zur Nutzung stationärer Computer gezeigt haben, zum einen die Bereitschaft der Schüler, sich untereinander und ihren Lehrern bei Problemen zu helfen oder in der Nutzung der Laptops zu unterweisen (Bruck et al., 1998; Rockmann et al., 1998). Weiterhin kamen zahlreiche Studien zu dem Ergebnis, dass der Einsatz kollaborativer Sozialformen im Unterricht zugenommen hat, seit Laptops benutzt werden (Bruck et al., 1998; Ekhaml, Beggs & Ruskell; 1998; Fouts & Stuen, 1997; Rockman et al. 1998; Ross, Morrison, Lowther & Plants, 2000).

Ross et al. (2000) führten eine der wenigen Studien durch, die Unterrichtsveränderungen durch die Nutzung von Laptops auf der Grundlage von systematischen Unterrichtsbeobachtungen ermittelten. Als Kontrollgruppe dienten dabei Klassen, denen stationäre Computer zur Verfügung standen. Die Ausstattung in diesen Klassen variierte zwischen einem und mehr als fünf Schülern pro Computer. In ihrer Studie wurden 32 Unterrichtseinheiten von Laptopklassen mit 18 Unterrichtsstunden von Nicht-Laptopklassen verglichen. Ross et al. stellten einen signifikanten Anstieg kooperativer Arbeitsformen fest. Bei anderen Sozialformen konnten dagegen keine signifikanten Veränderungen ermittelt werden. Die Aussagekraft dieses Ergebnisses ist jedoch dadurch eingeschränkt, dass die Lehrer der Laptopklassen an einem speziellen Weiterbildungsprogramm zur Integration von Computern im Unterricht teilgenommen, während die Nicht-Laptoplehrer keine Schulung erhalten hatten. Im darauffolgenden Jahr erhielten deshalb auch die Lehrer der Kontrollgruppen ein ähnliches Training. Die Folgeanalyse von Ross, Morrison und Lowther (2001) zeigte daraufhin zwar noch eine etwas größere Häufigkeit kollaborativer Sozialformen in den Laptopklassen. Dieser Unterschied war jedoch nicht statistisch signifikant.

Keinen Anstieg des kollaborativen Lernens fand auch die Studie von Hill et al. (2001). Eine Befragung bei 57 Schülern der siebten Klasse nach ihrem ersten Projektjahr und 68 Schülern der achten Klasse nach ihrem zweiten Projektjahr ergab, dass hauptsächlich im lehrergelenkten Frontalunterricht (gelenktes Unterrichtsgespräch und Lehrervortrag) und in Einzelarbeit gelernt wurde. Kollaborative Sozialformen wurden nach dieser Studie nur gelegentlich eingesetzt. Die Ergebnisse der Lehrerbefragung stützen dieses Ergebnis: Als häufigste Sozialform

wurde der Klassenunterricht angegeben. Gruppenarbeit spielte eine untergeordnete Rolle. Auch Stevenson fand in der Folgeuntersuchung der eingangs genannten Studie in Beaufort County im dritten Jahr der Nutzung von Laptops, dass kooperative Lernaktivitäten im Laptopunterricht langfristig eine eher untergeordnete Rolle spielten (Stevenson, 1999).

#### 4.2.1.3 Handlungsmuster

Ein zweites Hauptergebnis, das sich in verschiedenen Studien fand, ist, dass der Anteil unabhängiger Schülerarbeit und Projektarbeit zunahm (Bourke & Hillman, 1999; Ekhaml et al., 1998; Fouts & Stuen, 1997; Rockman et al. 1998; Ross, et al., 2000) bzw. dass der Einsatz von Laptops bei diesen Arbeitsformen als besonders zweckmäßig eingeschätzt wurde (Bruck et al., 1998).

In der Beobachtungsstudie von Ross et al, (2000, s. o.) arbeiteten die Schüler signifikant häufiger an Projekten und sie führten signifikant häufiger selbständige Recherchen durch. Der Computer wurde in Laptopklassen ebenfalls öfter für die Darbietung von Lerninhalten und als Lernwerkzeug genutzt. Fragebogenbefragungen bei Schülern ( $N = 397$ ) und Lehrern ( $N = 13$ ), sowie Schüler- und Lehrerinterviews bestätigten zunächst die Ergebnisse der Unterrichtsbeobachtung. Allerdings zeigte sich auch hier in der Folgeuntersuchung (Ross et al., 2001) unter kontrollierten Weiterbildungsbedingungen für die beteiligten Lehrer, dass die Unterschiede in den Handlungsmustern zurückgingen. Ein signifikanter Unterschied bestand in dieser Analyse nur noch für die Verwendung des Computers als Lernwerkzeug. Die Häufigkeit selbständiger Recherchen lag in den Laptopklassen zwar über der der Nicht-Laptopklassen, dieser Unterschied war jedoch nicht mehr signifikant. Die Häufigkeit von Projektarbeit lag in der Folgeuntersuchung für Laptopklassen unter der der Kontrollgruppe.

Differenziert, jedoch nur auf der Grundlage von Selbstbeobachtungen, wurden Unterrichtsveränderungen, auch von Fisher und Stolarchuk (1998) untersucht. Sie befragten 433 Laptop- und 430 Nicht-Laptop-Schüler von 14 australischen Schulen mit verschiedenen standardisierten Messinstrumenten, um den Zusammenhang von verschiedenen Charakteristika des naturwissenschaftlichen Unterrichts (Skalen: „Personalisation“, „Participation“, „Independence“, „Investigation“, „Differentiation“, „Negotiation“) mit den Einstellungen der Schüler zu naturwissenschaftlichen Fächern und ihrer kognitiven Leistung in einem nicht inhaltsgebundenen Problemlösetest zu erforschen. Beim Vergleich des Unterrichts mit und ohne Laptop wurde gefunden, dass Laptopschüler stärker als Nicht-Laptopschüler der Ansicht waren, Kontrolle über ihr Lernen und Verhalten im Unterricht zu haben („Independence“), Probleme im Unterricht untersuchend und forschend zu lösen („Investigation“), selektive

Förderung entsprechend den eigenen Fähigkeiten zu erhalten („Differentiation“) und eigene Ideen im Unterricht erklären und aushandeln zu können („Negotiation“). Die Effektstärken dieser Untersuchung waren allerdings in der Mehrzahl gering. Auf eine (wenn auch schwache) Förderung konstruktivistischer Lern- und Unterrichtsformen in Laptop-Projekten deuten auch Ergebnisse von Rockman et al. (1999) hin. Sie legten 47 Laptop- und Nicht-Laptoplehrern derselben Schulen einen Fragebogen zu ihren Lehrstrategien vor. Für die Mehrzahl der vorgelegten Items, die in der Regel „konstruktivistische“ Lehrstrategien beschrieben (z. B. Lehrer eher als Berater denn als Experte; Betonung von Denkstrategien vor Inhalten; interessegeleitetes Curriculum vor speziellen Inhalten, schülerorientiertes Curriculum, etc.), gaben Laptoplehrer an, diese häufiger einzusetzen als Nicht-Laptoplehrer. Die Unterschiede waren jedoch in den meisten Fällen nicht signifikant. Weiterhin wurden die Laptoplehrer und Nicht-Laptoplehrer gebeten einzuschätzen, wie häufig sie die genannten Lehrstrategien vor Beginn des Projekts (also vor drei Jahren) eingesetzt hatten. Bei einem Vergleich dieser retrospektiv erhobenen Daten mit den aktuellen Einschätzungen fand sich für die Laptoplehrer eine signifikante Zunahme konstruktivistischer Unterrichtsstrategien. Für die Nicht-Laptoplehrer konnte keine solche Zunahme verzeichnet werden. In einer weiteren Befragung wurde besonders von den Laptoplehrern der Computer als wichtiges Vehikel für die Veränderung der Unterrichts- und Lehrstrategien angegeben. Auch wenn diese Ergebnisse von einigen Autoren dahingehend gedeutet werden, dass die Teilnahme an Laptop-Programmen zu einer Förderung konstruktivistischer Lehr- und Lernformen führt, so belegen die Ergebnisse in ihrer Gesamtheit doch auch die Wichtigkeit von weiteren Kontextvariablen. Insbesondere die Studie von Ross et al. (2001) hat gezeigt, dass die Weiterbildung von Lehrern in der Nutzung neuer Lernformen eine bedeutende Rolle für die Veränderung von Unterricht spielt. Auch die eher geringen Effekte in den Studien von Fisher und Stolarchuk (1998) und Rockman et al. (1999) sprechen eher für den auch bei der Einführung stationärer Computer festgestellten Effekt, dass neben der Bereitstellung von Laptops noch andere Faktoren für die Veränderung von Unterricht wichtig sind.

Als größtes Problem bei der Nutzung von Laptops im Unterricht haben sich in vielen Studien technische Probleme erwiesen. So wird in verschiedenen Studien die Defektanfälligkeit der Geräte als Problem genannt, das den Unterrichtsablauf stört und zu Frustrationen der Schüler und Lehrer führt (Bruck et al., 1998; Rockman et al., 1997, Ross et al. 2000, Stevenson, 1999). Andere Nachteile werden in der relativ kurzen Batterie-Laufzeit der Geräte gesehen, sowie darin, dass Bildschirme und Tastatur kleiner sind als bei herkömmlichen Computern (Robertson et al., 1996; Shears, 1995). Ein oft übersehenes Problem stellt die körperliche



Belastung bei der Arbeit mit Laptops dar. Harris und Straker (1999) stellen in einer Studie an 251 Laptop-Schülerinnen und Schülern fest, dass 60% der Befragten über temporäre Beschwerden an Kopf, Augen, Nacken, Rücken und Armen klagen, die z. T. auf das gebeugte Sitzen vor den Laptops, deren Bildschirme sich in der Höhe nicht wie herkömmliche Computer verstellen lassen, zurückgeführt werden können. Auch das Tragen der Laptops verursachte bei 61% Schülerinnen und Schülern temporäre Rückenbeschwerden. Der mühsame Transport der Geräte wurde in der Studie von Ross et al. (2000) und Stevenson (1999) ebenfalls als einer der Hauptnachteile des Laptop-Projekts genannt.

Negative Effekte auf den Unterrichtsverlauf und das schulische Lernen wurden detaillierter von Bruck et al. (1998) berichtet. In ihrer Befragung bei 80 Lehrerinnen und Lehrern sechs verschiedener Schulen (Kl. 5-7 und Berufsschule) in Österreich wurde angegeben, dass die Ablenkbarkeit der Schüler durch die Laptops gestiegen sei, da sich den Schülern mit den Computern eine Vielzahl von "Nebentätigkeiten" (z. B. Computerspiele, Websurfen) eröffneten. Die Schüler mussten wesentlich mehr als im traditionellen Unterricht motiviert werden, um dem Unterricht aufmerksam zu folgen. Auch die mangelnde, insbesondere zeitliche Planbarkeit des Laptop-Unterrichts wurden in der Studie von Bruck et al. von einigen Lehrerinnen und Lehrern negativ bewertet.

#### *4.2.1.4 Rollenverständnis*

Wie bei der Nutzung stationärer Computer wurde auch in Laptop-Projekten eine Veränderung der Lehrerrolle hin zu der eines Lernberaters festgestellt. Ross et al. (2000) beobachteten in Laptopklassen signifikant häufiger, dass der Lehrer als Lernberater agierte und dass er den Lernenden Feedback auf einem höheren instruktionalen Niveau gab. In der Folgestudie (Ross et al., 2001) wurde nur noch für das Feedback ein signifikanter Unterschied gefunden. Für die Lehrerrolle fand sich ein Unterschied in erwarteter Richtung, der jedoch keine statistische Bedeutsamkeit erlangte. Veränderungen der Lehrerrolle zu der eines Lernhelfers wurden auch auf der Basis der bereits im vorangegangenen Abschnitt dargestellten Schülerbefragung von Fisher und Stolarchuk (1998) und der Lehrerbefragungen von Rockman et al. (1999) gefunden. Hill et al. (2001) berichteten ebenfalls, dass Lehrer im Laptopunterricht eine Veränderung ihrer eigenen Rolle wahrnahmen. Obwohl dies generell positiv bewertet wurde, äußerten sich einige Lehrer in ihrer Untersuchung jedoch skeptisch, insbesondere im Hinblick auf den Zeitaufwand, der für sie mit einem solchen Rollenwechsel verbunden war. Negativ konnotiert war die Veränderung der Lehrerrolle auch in der Studie von Bruck et al. (1998), wo einige Lehrer die Veränderung ihrer Position im Unterricht als Autoritätsverlust erlebten.

Die Rolle des Lehrers wurde intensiv in der Studie von Newhouse und Rennie (2001) untersucht. Die Ergebnisse belegen den Zusammenhang von Lehrereinstellungen und Rollenveränderungen, den Becker (2000) auch für die Nutzung stationärer Computer nachwies: Die Integration der Laptops war bei den Lehrern am erfolgreichsten, die eine eher konstruktivistische Auffassung von Unterricht vertraten. Lehrer, die sich stärker in der Rolle des Wissensvermittlers sahen, machten dagegen deutlich weniger Gebrauch von den Computern.

#### *4.2.1.5 Unterrichtsziele und Lerninhalte*

Grundsätzlich wird von den Lehrern das Potenzial von mobilen Computern für das schulische Lernen positiv eingeschätzt (Ekhaml et al.; 1998; Rockman et al. 1997, Robertson et al., 1996). In einer Befragung bei 50 Laptop-Lehrern fanden Rockman et al. (1998), dass 65% der befragten Lehrer der Ansicht waren, dass die Arbeit mit Laptops den Schülern helfen würde, besser zu lernen und fachliche Inhalte besser zu verstehen. Dabei wurden Beispiele aus verschiedenen Fächern genannt, bei denen der Computer zum Beispiel als Werkzeug zur Visualisierung von Daten, zur Veranschaulichung von Experimenten und zur Arbeitsorganisation dient.

Fisher und Stolarchuk (1998) befragten Schüler in qualitativen Interviews dazu, ob sie der Ansicht sind, dass die Nutzung der Laptops den Erwerb von Fachkompetenzen in den Naturwissenschaften unterstützt (für Ergebnisse von Leistungstests siehe 5.3.2). Sie fanden, dass die Schüler zwar vielfach beschrieben, dass das Erstellen von Texten, Tabellen und Graphiken durch die Nutzung des Computers einfacher würde, den Erwerb fachlicher Inhalte empfanden sie dadurch jedoch nicht als leichter. Der Computer war zwar als Werkzeug eingesetzt worden, um sich Notizen zu machen, Ergebnisse zu präsentieren etc., eine Verbindung zu den naturwissenschaftlichen Inhalten fiel ihnen jedoch schwer. Sie beobachteten denn auch Lernzuwächse bei sich in erster Linie in bezug auf Computerkompetenzen, weit weniger jedoch hinsichtlich fachlicher Inhalte. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen auch Bourke und Hillman (1999). Sie analysierten Tagebucheinträge von 27 Siebtklässlern einer Laptop-Klasse zu ihrer Nutzung von Computern. Dabei fanden sie, dass sich die Äußerungen der Schüler vor allem darauf bezogen, den Umgang mit dem Computer zu lernen und bestimmte Aufgaben mit ihm zu erledigen. Einträge, die eine inhaltliche Auseinandersetzung mit einem Thema beschrieben, waren demgegenüber eher selten, nahmen aber im zweiten Jahr der Laptopnutzung zu. Inwieweit hier altersgebundene Verbalisierungseffekte eine Rolle spielen, wird in der Studie nicht thematisiert. Abrams (1999) befragte 60 Laptop-Schülerinnen und 90 Nicht-Laptop-Schülerinnen der Klassenstufen 6-10 dazu, in welchen Schulfächern

sie den Einsatz des Computers besonders sinnvoll fänden. Die Schülerinnen sollten dazu insgesamt 100 Punkte für die Nützlichkeit des Computers in sieben verschiedenen Schulfächern verteilen. Es zeigte sich, dass die Schülerinnen die Nützlichkeit des Computers in den Fächern Informationstechnik, Englisch, Geschichte und Naturwissenschaften überdurchschnittlich gut bewerteten, in Kunst, Fremdsprachen und Mathematik dagegen unterdurchschnittlich. Laptopschülerinnen unterschieden sich in ihrer Bewertung von Nicht-Laptopschülerinnen darin, dass sie den Einsatz des Computers insbesondere in den Fächern Englisch und in den Naturwissenschaften besser bewerteten als Nicht-Laptopschülerinnen. Eine anschließende qualitative Befragung ergab, dass die Laptopschülerinnen den Computer in erster Linie als Schreibwerkzeug sahen. In Abrams' Befragung kristallisierten sich drei Gründe heraus, warum Computer als Arbeitsmedium von den Schülerinnen geschätzt wurden: Sie erlaubten ihnen, ihre Schreibprodukte ordentlicher zu gestalten, ihre Arbeit besser zu ordnen und zu organisieren und Informationen zu sammeln und zu archivieren, unterstützten also in erster Linie typische Lerntätigkeiten bei der Arbeit mit Texten.

#### 4.2.2 Lerneffektivität

Wie bei der Integration stationärer Computer wurde auch in Pilotstudien zur Nutzung von Laptops die Auswirkung der Computernutzung auf fachliche Leistungen erhoben. Da hier, anders als für die Nutzung stationärer Computer, noch keine Meta-Analysen vorliegen, werden im folgenden die Ergebnisse einiger Einzelstudien referiert. Die meisten Tests wurden in den Fächern Mathematik und in der Beherrschung der Muttersprache der Schüler durchgeführt.

In einer über zwei Jahre angelegten Studie mit 250 Schülern (Klasse 6-7) kam Stevenson (1998) auf der Grundlage von Befragungen bei Schülern, Eltern und Lehrern zunächst zu dem Ergebnis, dass sich die schulischen Leistungen (Schreiben, Mathematik und Lesen), besonders bei lernschwachen Schülern verbessert hatten. Im folgenden Jahr sollte dieses Ergebnis mittels eines standardisierten Schulleistungstests (MAT7), der den Laptop-Klassen, und Kontrollgruppen, die auf herkömmliche Weise unterrichtet worden waren, vorgelegt wurde, verifiziert werden. Zwar zeigte sich, dass die Laptop-Klassen bei allen Sub-Tests (Mathematik, Lesen, sprachliche Fähigkeiten) höhere Werte erreichten als die Kontrollgruppe. Dieser Leistungsunterschied hatte jedoch bereits vor Beginn des Projekts bestanden und kann somit nicht auf den Unterricht mit Laptops zurückgeführt werden. Weitere Analysen der Vor- und Nachtest-Daten zeigten, dass sich die Leistungen im MAT7 innerhalb der zwei Jahre für die Laptop-Schüler kaum verändert hatten. Für die Nicht-Laptop-Schüler zeigte sich jedoch ein

Abfallen der Werte. Dieser Abfall war besonders stark für sozial benachteiligte Schüler, so dass die Ergebnisse dahingehend interpretiert werden, dass die Nutzung von Laptops für sozial benachteiligte Schüler stabilisierend wirken kann. Im dritten Jahr der Studie wurden die Leistungstests getrennt nach dem Sozialstatus der Schüler ausgewertet. Es zeigte sich, dass sowohl Laptopschüler innerhalb der Gruppe der sozial schwachen wie in der Restgruppe bessere Leistungen zeigten als Nicht-Laptopschüler (Stevenson, 1999). Allerdings wird in dieser Auswertung nicht mehr der bereits vor Projektbeginn bestehende Gruppenunterschied berücksichtigt, so dass die Aussagekraft dieser Ergebnisse zweifelhaft ist.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kam auch die Studie von Ricci (1999). Über drei Jahre verglich sie Ergebnisse des Mathematiktests CAT von einer Laptop-Klasse (Kl. 5,  $N = 19$  Schüler) mit denen ihrer Parallelklassen ( $N = 65$ ). Während sich vor Beginn des Projekts kein Unterschied in den Testwerten zwischen der Laptopklasse und der Kontrollgruppe finden ließ, zeigte die Kontrollgruppe im ersten und zweiten Jahr des Projekts einen deutlichen Abfall der Leistungen, während die Leistungen in der Laptopklasse konstant blieben. Der Unterschied zwischen Laptop-Klasse und Kontrollgruppe war auch statistisch signifikant. In der gleichen Studie wurden auch die Leseleistungen der Schüler verglichen (CTB). Hier ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Laptop-Klasse und Kontrollgruppe nachweisen. Diese Ergebnisse wurden in einer zweiten Studie von Ricci (1999) mit 400 Laptopschülern (Kl. 6) und 2064 Nicht-Laptopschülern nur teilweise bestätigt. Zwar schnitten Laptop-Schüler wiederum besser ab als Nicht-Laptopschüler. Dieser Unterschied hatte jedoch schon vor Beginn des Projekts bestanden. Bei den Nicht-Laptopschülern fand sich, anders als in den vorher genannten Untersuchungen, ein signifikanter Anstieg der Leistungen im untersuchten Jahreszeitraum. Die Leistungen der Laptopschüler blieben konstant. Beim Lesetest CTB zeigte sich in dieser Studie bei den Laptopschülern gleichbleibende Leistungen, während bei den Nicht-Laptopschülern eine signifikante Abnahme festgestellt wurde.

Rockman et al. (1999) verglichen für verschiedene Gruppen von Laptop- und Nicht-Laptopschülern derselben Schulen die Ergebnisse von standardisierten Schulleistungstests (z. B. ACT, PSAT, SAT-9, SSAT), die an den Schulen als Teil des regulären Curriculums durchgeführt wurden. Dabei wurden z. T. die Testdaten von Parallelklassen herangezogen, z. T. Testergebnisse von Schülern vorhergehender Kohorten. Die Testwerte der Laptopschüler lagen tendenziell in der Mehrzahl der Schulen etwas über denen der Nicht-Laptopschüler, waren jedoch bis auf wenige Ausnahmen bei einzelnen Untertests nicht signifikant. Allerdings weisen Rockman et al. darauf hin, dass aufgrund von organisatorischen Schwierigkeiten

in den meisten Schulen nur sehr wenige Testwerte für die Untersuchung zur Verfügung standen ( $N < 20$ ), so dass kaum stabile Ergebnisse zu erwarten waren.

Weiterhin legten Rockman et al. (1999) 217 Laptop- und Nicht-Laptopschülern von drei verschiedenen Schulen eine 30-minütige Schreibaufgabe vor, um die in vorhergehenden Jahren von den Laptop-Lehrern gemachte Beobachtung, dass sich die Laptops besonders auf die Schreibfertigkeiten der Schüler positiv auswirken, zu überprüfen. Die Aufsätze wurden von hinsichtlich der Versuchsbedingung blinden Beurteilern auf den Dimensionen Inhalt, Aufbau, Ausdruck und Rechtschreibung bewertet. Es zeigte sich für zwei der drei Schulen, dass die Laptopschüler bei der Schreibaufgabe signifikant besser abschnitten als die Nicht-Laptopschüler; bei der dritten Schule konnte kein Unterschied nachgewiesen werden. Ross et al. (2000) stellten jeweils 32 Schülern von Laptop und Nicht-Laptopklassen eine Aufsatzaufgabe, die wie bei Rockman et al. (1999) blind ausgewertet wurde. Die Laptopklassen zeigten auf allen vier untersuchten Dimensionen Aufbau, Inhalt, Ausdruck und sprachliche Richtigkeit signifikant bessere Werte als die Nicht-Laptopklassen. Einen positiven Einfluss auf die Schreibfertigkeit fanden auch Fouts und Stuen (1997), die das im Staat Washington durchgeführte Copernicus-Projekt, in dem ein 1:1 Verhältnis von Schülern und Computern durch die Bereitstellung von Laptops realisiert wurde, evaluierten. MacMillan und Honey (1993), die 25 Achtklässler beobachteten, die im Englischunterricht mit Laptops arbeiteten, fanden ebenfalls eine Verbesserung des schriftlichen Ausdrucks und des Wortschatzes. Die einzige Studie, die einen entgegengesetzten Effekt fand, ist Bruck et al. (1998), in deren Interviews die Laptoplehrer eine Verschlechterung der Schüler auf dem Gebiet der Orthographie konstatierten.

Ross und Mitarbeiter (2001) schließlich fanden hochsignifikante Leistungsunterschiede bei der Bearbeitung einer Problemlöse-Aufgabe, die 52 Laptop- und 59 Nicht-Laptopschülern präsentiert wurde. Die Einzelschritte, die für die Lösung des Problems geleistet werden mussten, wurden dabei einzeln ausgewertet (Problemdefinition, Beschreibung der für die Lösung bekannten Information, Analyse der noch fehlenden Information, Beschreibung der Nutzung von Technik als Hilfsmittel, Beschreibung möglicher Präsentationsmöglichkeiten für die Ergebnisse). Auf allen Dimensionen schnitten die Laptopschüler signifikant besser ab als die Nicht-Laptopschüler. Kritisch muss hierzu angemerkt werden, dass diese Aufgabe lediglich eine verbale Beschreibung des Problemlösevorgangs verlangte. Es ist deshalb unklar, inwiefern eine erfolgreiche Beantwortung tatsächlich Problemlösefähigkeit misst und ob sie z. B. mit verbalen Fähigkeiten der Schüler konfundiert ist.

Die Evaluation der fachlichen Leistungen hat bisher also uneinheitliche Ergebnisse erbracht. In einigen Untersuchungen wirkten Laptops in verschiedenen Leistungsbereichen stabilisierend. Angesichts widersprüchlicher Befunde ist jedoch weitere Forschung notwendig. Einheitlich sind die Befunde vor allem auf dem Gebiet der Schreib- bzw. Aufsatzaufgaben. Hier hat sich die Nutzung von Laptops überwiegend positiv ausgewirkt. Generell ist die Verwendung standardisierter Tests, die in vielen der vorgestellten Evaluationen verwendet wurden, fragwürdig, da unklar ist, inwieweit sie in der Lage sind, die fachlichen Leistungsänderungen, die sich durch die Nutzung mobiler Computer ergeben, angemessen abzubilden. Insbesondere zur Evaluation, ob die Schüler die Fertigkeit erworben haben, komplexe Probleme zu lösen, die kreative Lösungen fordern, dürften diese Tests weniger gut geeignet sein. Aussagekräftiger sind deshalb Tests wie der von Ross und Mitarbeitern (2001). Allerdings sollten diese vor dem Einsatz auf ihre Validität überprüft werden. Dies ist jedoch ein Problem, das für die Evaluation der Lerneffektivität mobiler und stationärer Computer gleichermaßen gilt.

#### 4.2.3 Fachübergreifende Kompetenzen und affektive Variablen

Neben den fachlichen Leistungen wurde in mehreren Evaluationen auch der Erwerb fachübergreifender Kompetenzen erhoben, vorrangig der Erwerb von Computerkompetenz, bei der aufgrund des täglichen Umgangs mit Computern eine starke Steigerung erwartet wurde. Darüber hinaus wurde in einigen Untersuchungen der Erwerb von fachunabhängigen Kompetenzen (besonders Kommunikation, Präsentation, Lernstrategien) untersucht.

Eine Verbesserung der Computerkompetenz konnte mitunter schon nach sehr kurzer Projektlaufzeit nachgewiesen werden, so z. B. von Rysdale (1997), der 10 Schüler in einer Schule in Beijing über drei Monate bei der Arbeit mit Laptops beobachtete. Aber auch in länger angelegten Evaluationen wird der Erwerb von Computerkompetenzen als eines der Hauptergebnisse hervorgehoben, so z. B. von Bruck et al. (1998), Ekhaml et al. (1998), Gardner (1994), Hill et al. (2001), MacMillan und Honey (1993), Robertson (1996), Rockman et al. (1998, 1999), Ross et al. (2000), Rowe (1993) und Stevenson (1998). Allerdings beruht dieses Ergebnis in erster Linie auf Selbsteinschätzungen von Schülern bzw. auf Fremdeinschätzung durch die am Projekt beteiligten Lehrer und ist nur in wenigen Fällen durch die Untersuchung von vergleichbaren Kontrollgruppen abgesichert worden.

Stevenson (1998) untersuchte, ob es von der schulischen Nutzung einen Transfer auf die Computernutzung in der Freizeit gab und fand, dass Laptop-Schüler vor Beginn des Projekts aussagten, den Computer primär zum Spielen von Computerspielen zu nutzen. Nach einem

Jahr der Nutzung von Laptops gaben 80% der Schüler an, den Computer zunehmend als Arbeitsmedium für die Schule zu nutzen. Ohne Kontrollgruppe ist dieses Ergebnis jedoch wenig aussagekräftig, da es sich auch z. B. um einen Alterseffekt handeln könnte. Rockman et al. (1999) führten eine ähnliche Analyse mit einer Kontrollgruppe von Schülern durch, denen keine Laptops zur Verfügung standen und fanden, dass in zwei von drei untersuchten Schulen die Computeraktivitäten (auch in der Freizeit) von Laptopschülern vielfältiger waren als die von Nicht-Laptopschülern. Welche inhaltlichen Unterschiede in der Computernutzung bestanden, geht aus der Studie allerdings nicht genau hervor.

Rockman et al. (1998) untersuchten auch, ob Schüler neben der reinen Handhabungskompetenz von Hard- und Software auch die Fähigkeit erworben hatten, den Computer aufgabenadäquat einzusetzen. Auf der Grundlage von Beobachtungsdaten einer Shadow-Studie, in der zwölf Laptopschüler und vier Nicht-Laptopschüler über einen Zeitraum von drei Tagen über mehrere Stunden beobachtet wurden, kommen sie zu dem Ergebnis, dass Laptopschüler besonders bei Schreibaufgaben einen differenzierten Einsatz des Computers zeigten und Computer nur dann einsetzen, wenn sie dies für effektiver halten als Papier und Bleistift zu nutzen (z. B. wenn längere Texte geschrieben oder Texte überarbeitet werden sollten).

Auch bei den Lehrerinnen und Lehrern hat, verschiedenen Evaluationen zur Folge, die Computerkompetenz mit dem Einstieg in ein Laptop-Programm zugenommen (Ekhaml et al., 1998; Gardner et al., 1994; Hill et al., 2001; Robertson et al., 1996).

Fouts und Stuen (1997) untersuchten ebenso wie Rockman et al. (1998) den Erwerb von Kommunikations- und Präsentationsfertigkeiten. Beide Studien fanden, basierend auf Lehrerbefragungen, einen positiven Einfluss der Einführung von Laptops. Weiterhin legten Rockman et al. (1998) ihrer Stichprobe von Laptop- und Nicht-Laptopschülern nach zwei Jahren der Laptopnutzung einen Lernstrategien-Fragebogen vor um herauszufinden, inwiefern sich das Lernverhalten der Schüler verändert hatte. Sie fanden, dass Laptopschüler angaben, sich häufiger Notizen und Anstreichungen beim Arbeiten mit Texten machten als Nicht-Laptopschüler. Darüber hinaus verfügten sie häufiger als Nicht-Laptop-Schüler über elaborierte Schreibstrategien (Umformulieren, Überarbeiten, Strukturieren von Texten). Der Test wurde im dritten Jahr der Studie wiederholt, kam allerdings zu weniger klaren Ergebnissen (Rockman et al., 1999). So hatten die Häufigkeit der Strategie-Nutzung bei den Nicht-Laptopschülern teilweise zugenommen, bei Laptopschülern dagegen in einigen Fällen abgenommen. Ob es sich hier um einen Regressionseffekt handelt oder andere Ursachen für die Ergebnisse verantwortlich sind, lässt sich auf der Grundlage der berichteten Daten kaum sagen.

Bezüglich motivationaler Faktoren schließlich kommen Evaluationsstudien in der Regel zu einem eindeutig positiven Ergebnis. Auch hier bestätigt sich also ein Befund, der bereits aus der Forschung zu stationären Computern bekannt ist. In allen Studien, in denen die Lernmotivation von Schülerinnen und Schülern und ihre Einstellung gegenüber der Schule erhoben wurde, fanden sich positive Effekte (Bourke & Hillmann, 1999; Ekhaml et al., 1998, Fouts & Stuen, 1997; Gardner et al., 1994; Hill et al., 2001; MacMillan & Honey, 1993; Rowe, 1993; Shears, 1995). Dieser positive Effekt hielt zum Teil auch über einen mehrjährigen Zeitraum an (Rockman et al. 1997; 1998; 1999).

### 4.3 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Veränderungen, die bei der Integration von mobilen Computern in den Unterricht festgestellt wurden, grundsätzlich denen entsprechen, die sich bereits bei der Einführung stationärer Computer gezeigt haben.

Dies gilt zum einen für den Aspekt der Schülerbeteiligung und Kollaboration. Sowohl bei der Wahl der Sozialformen wie auch bei der „informellen“ Interaktion der Schüler wurde hier in vielen Laptop-Projekten wie bereits in Pilotversuchen mit stationären Computern ein Anstieg verzeichnet. Hier zeigt sich damit nochmals, dass die Annahme von Schofield (1997) und Peacock (1993) nicht haltbar ist, dass eine Zunahme von Gruppen- und Partnerarbeit lediglich auf organisatorische Notwendigkeiten zurückzuführen ist, da nicht jedem Schüler ein eigenes Gerät zur Verfügung steht.

Auch für Handlungsmuster und Arbeitsformen sind bei der Integration von Laptop-Projekten grundsätzlich ähnliche Ergebnisse gefunden worden wie bei stationären Computern. Dies gilt sowohl für einen Anstieg von Projektarbeit und anderen Arbeitsformen, die den Schülern Freiräume für die Beschäftigung mit selbstgewählten Inhalten und für exploratives Lernen lassen, als auch für die Bevorzugung von Anwendungssoftware, insbesondere Textverarbeitung, vor Lernsoftware.

Wenn es um die Integration in die unterschiedlichen Schulfächer geht, stimmen die Ergebnisse aus Laptop-Projekten nur teilweise mit Ergebnissen anderer Pilotprojekte überein. Anders als in Pilotprojekten zur Nutzung stationärer Computer scheint die Wahrnehmung des Computers als Unterrichtsgegenstand, der allein Sache des Informatikunterrichts ist, kaum vorzukommen. Insofern deuten die Ergebnisse darauf hin, dass eine fachlich integrierte Nutzung mit mobilen Computern besser gelingt. In Laptop-Projekten zeigt sich jedoch deutlich, dass die Integration dort am weitesten fortgeschritten ist, wo sich der Computer als Schreib- und Recherchewerkzeug gut in den Unterricht integrieren lässt (z. B. im mutter-



sprachlichen Unterricht und den Sozialwissenschaften). In anderen Fächern, z. B. Mathematik, wird er dagegen kaum eingesetzt. Eine solche unausgewogene Nutzung zwischen verschiedenen Fächern fand sich in einigen Untersuchungen allerdings auch für die fachintegrierte Nutzung stationärer Computer.

Für die Veränderung von Sozialformen und Handlungsmustern sind in einigen Studien widersprüchliche Befunde festgestellt worden. Diese machen deutlich, wie wichtig auch bei der Integration mobiler Computer die Rahmenbedingungen der Technologie-Einführung sind. So deuten die Studien von Hill et al. (2001), Newhouse und Rennie (2001) und Ross et al. (2001) darauf hin, dass sowohl die Einstellung der Lehrer, ihr Wissen bzw. ihr Training in konstruktivistischen Unterrichtsformen wie auch die Dauer, und damit die Erfahrung mit der Nutzung von Computern im Unterricht, von zentraler Bedeutung dafür sind, ob, wie und wozu die Laptops eingesetzt werden. In einigen der evaluierten Pilotprojekte zeigt sich, dass die Lehrer insbesondere auf didaktischem Gebiet offensichtlich nur mangelhaft bei der Integration der Laptops unterstützt wurden. So ist es beispielsweise nicht immer gelungen, die Nutzung des Computers, insbesondere von Anwendungssoftware, sinnvoll mit der Vermittlung fachlicher Inhalte zu verknüpfen. Auch in den Studien von Bruck et al. (1998), Rockman et al. (1997), und Robertson et al. (1996) wird von den befragten Lehrern mangelnde Unterstützung und fehlende Fortbildung beklagt. Aus der Evaluation von Rockman et al. (1997) geht hervor, dass Laptop-Lehrer die Einsatzmöglichkeiten des Computers im Unterricht offensichtlich in erster Linie durch eigenes Experimentieren für sich ausloteten. Dabei wurden in einer ersten Phase die Grundlagen des Umgangs mit dem Computer erworben. Anschließend folgte eine Phase des Experimentierens, in der Lehrer unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten des Computers erprobten. In der dritten und letzten Phase erfolgte schließlich eine Rückbesinnung auf das Curriculum, und es etablierte sich eine Nutzung, bei der Laptops nur dann eingesetzt werden, wenn sie als sinnvolles Werkzeug für die Vermittlung fachlicher Inhalte angesehen wurden.

Insgesamt muss man also Albion (1999) recht geben, wenn er bemängelt, dass die bisher durchgeführten Untersuchungen größtenteils Effekte bestätigen, die sich bereits bei der Evaluation von Pilotprogrammen mit stationären Computern gezeigt haben. Die Mehrzahl der bisher durchgeführten Studien hat nicht klar genug herausgearbeitet, worin der spezifische Vorteil der Nutzung mobiler Computer gegenüber stationären Computern liegt bzw. ob die in der Mobilität der Computer vermuteten Vorteile sich in der Praxis tatsächlich bestätigen. Albion fordert in diesem Zusammenhang einen „fairen“ Vergleich mit Kontrollgruppen, die zumindest Zugang zu einem regulär ausgestatteten Computerraum bzw. Zugang zu einer begrenzten

Anzahl von Computern in ihrem Klassenraum haben. Von den in diesem Kapitel referierten Studien sind nur die Untersuchungen von Ross und Mitarbeitern (2000; 2001) dieser Forderung nachgekommen.

Dies ist jedoch nicht der einzige Kritikpunkt am vorliegenden Forschungsstand. So steht eine detaillierte Analyse der Laptopintegration in den Unterricht, die unterschiedliche Ebenen methodischen Handelns systematisch untersucht, bisher aus. Diese könnte interessante Rückschlüsse darauf erlauben, auf welchen methodischen Ebenen die Integration des Laptops eine konstruktivistische Veränderung des Unterrichts anregt und wo Probleme bestehen. Auch fällt auf, dass die Evaluation von Laptop-Projekten bisher verhältnismäßig selten den Kontext der Einführung mobiler Computer berücksichtigt hat. Deshalb ist bei vielen Ergebnissen unklar, inwiefern die Spezifika eines Laptop-Projekts mit anderen (z. B. lehrer-, schüler- und schul-spezifischen) Faktoren zusammenwirkt.

Zudem weist die Mehrzahl der Untersuchungen ähnliche methodische Mängel auf, die schon bei der Darstellung des Forschungsstands zu stationären Computern kritisiert wurden (vgl. 3.3). So basieren die Ergebnisse zumeist allein auf Befragungen, wobei häufig sogar nur eine an dem Projekt beteiligte Gruppe (Lehrer oder Schüler) einbezogen wurde. Insbesondere Beobachtungsdaten fehlen bisher, mit Ausnahme der Studien von Ross et al. (2000, 2001).

Auch ist der Beobachtungszeitraum in vielen Evaluationen mit ein bis zwei Jahren relativ kurz, so dass auf der Grundlage der bisher vorliegenden Daten keine Aussagen darüber gemacht werden können, ob die Einführung von Laptops die Nachhaltigkeit haben wird, die bei der Einführung stationärer Computer bisher ausgeblieben ist.

Nicht geklärt ist auch, ob und inwieweit sich die Ergebnisse der vor allem US-amerikanischen Studien auf die Verhältnisse in Deutschland übertragen lassen. Die teilweise abweichenden Ergebnisse der in Österreich durchgeführten Studie von Bruck et al. (1998) lassen vermuten, dass nationale Unterschiede im Schulsystem eine Rolle spielen könnten.

## 5. Forschungsfragen

Die im vorangegangenen Abschnitt dargestellten Mängel der existierenden Forschung machen deutlich, dass auf dem Gebiet der Integration von Laptops in den Unterricht noch Forschungsbedarf besteht. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt können die genannten Kritikpunkte, zumindest auf der Grundlage deutscher Daten, jedoch nicht umfassend berücksichtigt werden. Das Hauptproblem stellt die bisher in Deutschland an fast allen Schulen noch mangelhafte Ausstattung mit stationären Computern dar, die einen „fairen“ Vergleich im Sinne Albions

(1999) ausschließt. Die meisten deutschen Schulen verfügen bisher nicht über eine Anzahl stationärer Computer, die eine vergleichbare Zugänglichkeit für Klassen in Kontrollgruppen gewährleisten würde (zumindest nicht, wenn als Kontrollgruppe Klassen herangezogen werden sollen, die regulären Unterricht erhalten). Ein Vergleich von regulären und Laptopklassen wäre bei einem in Deutschland durchschnittlichen Verhältnis von einem Computer für 17 Schüler, von denen nur zwei Drittel multimediafähig und nur ein Bruchteil mit Internetanschlüssen ausgestattet ist (vgl. 3.3.1), immer ungerecht gegenüber den Nicht-Laptopklassen und damit vermutlich wenig aussagekräftig. Wenn man Lehrer-, Schüler- und Schuleffekte verlässlich abschätzen will, kommt als weiteres Problem hinzu, dass dafür eine angemessen große Stichprobe von Schulen, Schulklassen und Lehrern vonnöten wäre. Auch dies gestaltet sich in Deutschland schwierig, da hier bisher erst wenige Schulen mit mobilen Computern arbeiten, von denen die Mehrheit zur Zeit gerade erst am Beginn der Laptopintegration steht und zumeist nur einzelne Klassen mit Laptops ausgestattet hat. Dadurch ist auch die Zahl der Lehrer, die zur Zeit in Deutschland mit Laptops arbeiten, äußerst gering.

Für eine Untersuchung der Frage nach Unterrichtsveränderungen durch die fachintegrierte Nutzung von Laptops in Deutschland ist deshalb zum gegenwärtigen Zeitpunkt ein fallbasiertes Vorgehen das einzig mögliche. Dabei sollten jedoch die genannten Schwächen bestehender Arbeiten berücksichtigt werden. So ist es auch bei einer Fallstudie möglich und sinnvoll, die Veränderung des Unterrichts auf methodischer Ebene systematischer und umfassender zu untersuchen, als dies bisher geschehen ist. Dabei sollte die Lehrer- und die Schülerperspektive einbezogen und neben Befragungsdaten auf die Beobachtung des Unterrichts durch externe Beurteiler zurückgegriffen werden, um die Validität der Ergebnisse zu erhöhen. Auch die Kritik von Albion (1999) kann im Rahmen einer Fallstudie dahingehend berücksichtigt werden, dass zumindest der Versuch unternommen wird herauszufinden, welche Effekte speziell die Tatsache, dass *mobile* Computer eingesetzt werden, auf die Veränderung von Unterricht hat. Gleiches gilt für die Berücksichtigung der Rahmenbedingungen der Computerintegration, wie Lehrervariablen und die schulorganisatorische Begleitung des Projekts, die auch bei der Analyse eines Einzelfalls reflektiert werden können.

Die vorliegende Arbeit konzentriert sich vor dem Hintergrund der in Kapitel 3 dargestellten Wahrnehmung des Computers als Katalysator für eine Hinwendung zu konstruktivistischem Unterricht auf folgende Fragestellung:

- ▶ Trägt die Integration mobiler Computer in den Schulunterricht zur Realisierung konstruktivistischer Unterrichtsmethoden bei?

Zur Beantwortung dieser Rahmenfrage werden folgende Aspekte betrachtet:

- ▶ Einsatz der Laptops im Unterricht: Wird vorwiegend Anwendungs-, oder Lernsoftware eingesetzt? Wird Anwendungssoftware im Rahmen des Lernens *über* oder *durch* Computer eingesetzt? Wie wird der Laptop in den Medienverbund integriert?
- ▶ Sozialformen: Nimmt der Anteil der schülerzentrierten Sozialformen, insbesondere der kooperativen Arbeitsformen im Unterricht zu? Nimmt der Anteil der informellen Kooperation und Interaktion zu? Nimmt der Anteil der lehrergeleiteten Unterrichtsformen (lehrergeleiteter Frontalunterricht) ab?
- ▶ Handlungsmuster: Nimmt der Anteil der schülerzentrierten und konstruktivistischen Handlungsmuster (z. B. Projektunterricht, selbstgesteuertes entdeckendes Lernen, Lernen an individuellen, selbstgewählten Fragestellungen) zu? Nimmt der Anteil der lehrergeleiteten Handlungsmuster (Lehrervortrag, lehrergelenktes Unterrichtsgespräch) ab?
- ▶ Lehrer- und Schülerrolle: Verändert sich die Rolle des Lehrers von der eines Wissensvermittlers hin zu der eines Lernberaters? Erhalten die Schüler mehr Mitbestimmung und Autonomie im Unterricht?
- ▶ Unterrichtsziele: An welchen Lernzielen orientieren sich Lehrer im Unterricht mit Laptops? Nimmt die Orientierung an konstruktivistischen Unterrichtszielen (z. B. Problemlösekompetenzen statt Wissensvermittlung) zu?
- ▶ Lehrervariablen: Inwiefern beeinflussen Lehrervariablen (persönliche „Lehrphilosophie“, Sicherheit im Umgang mit dem Computer), ob es zu Unterrichtsveränderungen durch den Computer kommt?
- ▶ Schulorganisation: Inwiefern beeinflussen schulorganisatorische Kontextvariablen den Verlauf der Laptopintegration?
- ▶ Vollausrüstung mit mobilen Computern: Welche Rolle spielt bei etwaigen Veränderungen in allen o. g. Bereichen die Tatsache, dass ein Schüler-Computer-Verhältnis von 1:1 hergestellt wurde und die Tatsache, dass es sich um mobile Computer handelt?

Von den im didaktischen Dreieck postulierten Faktoren, die die Realisierung des Unterrichts beeinflussen (Lehrer, Schüler, Inhalt sowie schulischer und außerschulischer Kontext), wird der Blick in der vorliegenden empirischen Untersuchung primär auf den Lehrer gelenkt, während besonders Schüler- und Inhaltsvariablen weniger Gewicht erhalten. Dies geschieht

vor allem, um die Komplexität der empirisch zu betrachtenden Faktoren auf ein handhabbares Maß zu reduzieren. Da Schüler- und Inhaltsmerkmale jedoch, wie in Kapitel 2 und 3 ausführlich erörtert wurde, relevant für die Gestaltung des Unterrichts sind, sollen diese Faktoren in der vorliegenden Untersuchung auch nicht von vornherein ausgeblendet werden. Ihnen werden jedoch keine eigenen Teilfragen gewidmet. Stattdessen wird so verfahren, dass sie dort einbezogen werden, wo die Betroffenen selbst Zusammenhänge zur Unterrichtsmethodik herstellen. Detailliert sind Merkmale auf Schülerseite (z. B. die Entwicklung der Motivation im Verlauf des Projekts, ihre schulische Leistung sowie der Erwerb von Schlüsselqualifikationen) und auf Inhaltsseite (z. B. Fachunterschiede bei der Laptop-Integration) im Rahmen der Begleitforschung zum hier dargestellten Projekt (vgl. Kap. 6) untersucht worden. Der interessierte Leser kann diesbezügliche Information einer Publikation des Projektberichts entnehmen (Schaumburg & Issing, im Druck).

## 6. Anlage der Studie

Die Gelegenheit für die Auseinandersetzung mit den im vorhergehenden Teil gestellten Fragen im Rahmen einer fallbasierten Studie ergab sich, als im Februar 1999 an einem nordrhein-westfälischen Gymnasium ein mehrjähriger Modellversuch startete. In diesem Pilotprojekt wurden mehr als 300 Schülerinnen und Schüler mit tragbaren Computern ausgestattet, um in der Schule und zuhause multimedial zu lernen.

Im folgenden wird zunächst das Projekt „Notebook-Klassen – Lernen für die Zukunft“ genauer beschrieben, um dem Leser ein Verständnis der Kontextbedingungen zu geben, unter denen der Versuch stattfand (Kap. 6.1). Das Projekt war begleitet von einer vierjährigen Begleitforschung, die am Center for Media Research der Freien Universität unter Leitung von Prof. Dr. L. J. Issing und der Autorin durchgeführt wurde. Die Begleitforschung und ihre Beziehung zur vorliegenden Untersuchung wird in Kapitel 6.2. dargestellt. Das methodische Vorgehen der vorliegenden Studie wird anschließend in Kapitel 6.3 ausführlich erläutert. Für die Analyse der Unterrichtsveränderungen wurde ein Ansatz gewählt, der qualitative und quantitative Verfahren miteinander kombiniert. Die Untersuchung beruht auf drei methodisch unterschiedlichen Einzelstudien (Fragebogenuntersuchung, Interview, Beobachtung), die zunächst getrennt voneinander beschrieben werden (Kap. 7 bis 9). In Kapitel 10 werden die Ergebnisse der Teilstudien dann im Hinblick auf die Untersuchungsfragen miteinander in Beziehung gesetzt.

## 6.1 Hintergrund: Der Pilotversuch „Notebook-Klassen – Lernen für die Zukunft“

Der Pilotversuch „Notebook-Klassen – Lernen für die Zukunft“ ist Teil eines Kooperationsprojekts des Evangelisch Stiftischen Gymnasiums in Gütersloh und der Bertelsmann Stiftung, das seit 1981 das Ziel verfolgt, aus der Schulpraxis heraus konkrete Beiträge zur Entwicklung eines Gesamtkonzepts für eine moderne Medienbildung zu entwickeln und Beiträge für eine Verbesserung des Lehrens und Lernens in der Schule zu erbringen (Bertelsmann Stiftung und Evangelisch Stiftisches Gymnasium, 2001). Die Initiativen des Kooperationsprojekts „Schule und Medien“ bezogen sich dabei in der Vergangenheit nicht nur auf die Integration des Computers, sondern beinhalteten auch klassische Medien wie Bücher (Leseförderung) und audiovisuelle Medien (Film- und Fernseherziehung). Infrastrukturell wurden diese Initiativen durch die Einrichtung einer Mediothek mit Schulbibliothek, Videostudio, Sprachlabor und Computerräumen sowie eines Filmanalyse-Raums unterstützt. Insgesamt standen den über 1.100 Schülern des Evangelisch Stiftischen Gymnasiums vor Beginn des Laptop-Projekts 54 Computer zur Verfügung, die in drei Computerräumen und in der Schulbibliothek aufgestellt waren. Das Schüler-Computer-Verhältnis entspricht damit in etwa dem durchschnittlichen Ausstattungsstand, der in der Studie des BMBF (2001) festgestellt wurde (vgl. 3.3.1).

Das Laptop-Projekt bildet die jüngste Initiative im Rahmen der Kooperation mit der Bertelsmann-Stiftung. In dem zunächst auf vier Jahre begrenzten Modellversuch wurden jeweils drei (im ersten Projektjahr zwei) Klassen eines Jahrgangs der Klasse 7 mit Laptops ausgerüstet, die die Schüler im Unterricht und zuhause zum Lernen und Arbeiten nutzten.

Insgesamt beteiligten sich zunächst vier Kohorten an dem Modellversuch, die im Rahmen der Begleitforschung des Projekts ein bis vier Schuljahre lang begleitet wurden (vgl. Abb. 10).

	Schulj. 98/99		Schulj. 99/00			Schulj. 00/01				Schulj. 01/02			
Erhebungswelle	März '99	Mai '99	Nov. '99	März '00	Juni '00	Sep. '00	Nov. '00	März '01	Juni '01	Aug. '01	Dez. '01	März '02	Juni '02
Unters.-Instr.	FB, I, V	I, V	FB, I, V	I, V, T	FB, T	FB, T, V	I, V	I, V, T	I, V, T	FB, I, V	I, V		
Kohorte													
K1	Kl. 7	Kl. 7	Kl. 8	Kl. 8	Kl. 8	Kl. 9	Kl. 9	Kl. 9	Kl. 9	Kl. 10	Kl. 10	Kl. 10	Kl. 10
K2			Kl. 7	Kl. 7	Kl. 7	Kl. 8	Kl. 8	Kl. 8	Kl. 8	Kl. 9	Kl. 9	Kl. 9	Kl. 9
K3						Kl. 7	Kl. 7	Kl. 7	Kl. 7	Kl. 8	Kl. 8	Kl. 8	Kl. 8
K4										Kl. 7	Kl. 7	Kl. 7	Kl. 7

Abb. 10: Evaluierter Projektzeitraum, Erhebungswellen und Untersuchungsinstrumente (FB: Fragebogen, I: Leitfaden-Interview, V: Unterrichtsbeobachtung (Video), T: Leistungs- und Schlüsselqualifikations-Tests). Grau unterlegte Spalten gehen nicht in die vorliegende Untersuchung ein.

Jeder Jahrgang erhielt ein identisches Laptopmodell (Windows-PC), zwischen den Jahrgängen unterschieden sich die Modelle jedoch, da jeweils neuere Gerätetypen angeschafft wurden. Die Geräte waren untereinander und mit einem schuleigenen Server vernetzt. Darüber hinaus verfügten sie über einen Zugang zum Internet. Die Nutzung der Laptops im Unterricht erfolgte weitgehend „kabellos“, d. h. die Geräte wurden mit Batterie betrieben und die Netzwerkverbindung wurde über Funk bzw. Infrarot-Schnittstellen realisiert.

Finanziert wurde das Projekt durch ein gemeinsames Beteiligungsmodell, das Sponsoring beteiligter Computer- und Softwarefirmen, gemeinnützige Zuwendung durch die Bertelsmann-Stiftung im Rahmen des Projekts "Medien und Schule" und eine finanzielle Beteiligung der Eltern miteinander verband.

### 6.1.1 Pädagogisches Konzept

Der Einsatz von Medien wird im Konzept des Evangelisch Stiftischen Gymnasiums mit drei Zielvorstellungen verbunden:

- ▶ der Vermittlung von Medienkompetenz,
- ▶ der Erhöhung des Bezugs zur Lebens- und Alltagswelt der Schülerinnen und Schüler und
- ▶ der Verbesserung des Lehrens und Lernens.

Die Zielvorstellungen decken damit wesentliche Teilbereiche ab, die auch in anderen Initiativen zur Integration von Computern in den Schulunterricht akzentuiert wurden (vgl. 3.1).

Der Medieneinsatz wird nicht als Selbstzweck gesehen, sondern soll zielführend und nach Maßgabe pädagogischer Überlegungen erfolgen. Einzelheiten und weitere Informationen können bei Engelen (2000, 2001a, b, c), Kerber (2001) und in der Projektbeschreibung auf der Homepage des Evangelisch-Stiftischen Gymnasiums<sup>9</sup> nachgelesen werden.

Auch im Laptop-Projekt finden sich diese Zielvorstellungen wieder und werden wie folgt konkretisiert:

Wichtigste Grundüberlegung zur Vermittlung von *Medienkompetenz* ist, dass diese nur durch die konsequente Einbindung der Computernutzung in die traditionellen Unterrichtsfächer erreicht werden kann. Auf diese Weise sollen Schülerinnen und Schüler den Nutzen von Computer und Internet im Kontext vielfältiger fachbezogener Aufgabenstellungen und Inhalte

---

<sup>9</sup> <http://www.ev-stift-gymn.guetersloh.de/medienprojekt/laptopprojekt/index.html>

erfahren. Die angestrebte Medienkompetenz zeichnet sich dadurch aus, dass den Schülern nicht nur der Umgang mit dem Gerät und bestimmter Anwendungs- und Lernsoftware vermittelt wird, sondern sie befähigt werden sollen, Computer und Internet als sinnvolle Arbeitsmedien und Werkzeuge zu begreifen und selbständig einzusetzen. Das Laptop-Projekt verfolgt hier also explizit die Zielsetzung, Computer weniger als Lerngegenstand in den Unterricht einzuführen, sondern das Lernen *durch* den Computer in einem konstruktivistischen Sinn zu fördern. Besonderes Augenmerk wird bei der Vermittlung von Medienkompetenz auf die Förderung von benachteiligten Gruppen gelegt, also von Schülern, die sich gegenüber Technik zurückhaltender, langsamer und bedächtiger verhalten. Namentlich wird hier auf die Förderung der Mädchen Wert gelegt. Durch die Bereitstellung eines mobilen Computers für jeden einzelnen Schüler und jede einzelne Schülerin wird eine selbstverständliche und kontinuierliche Nutzung innerhalb und außerhalb der Schule, auch in der Freizeit, angestrebt.

Hinsichtlich des *Bezugs zur Lebens- und Alltagswelt* sieht das Schulkonzept vor, Schülerinnen und Schülern zu verdeutlichen, wie sehr neue Medien, insbesondere der Computer, unsere Welt verändert haben und wie stark sie heute viele Prozesse des Alltags beeinflussen. Ziel von Medienerziehung unter diesem Aspekt ist es, die Schülerinnen und Schüler zur kritischen Reflexion über die neuen Medien anzuregen und zu einem mündigen Umgang mit ihnen anzuleiten. Hier mischen sich also konstruktivistische mit reformpädagogischen Zielsetzungen. Es wird die Authentizität des Lernens angestrebt, übergeordnete Ziele sind jedoch Kritikfähigkeit und Mündigkeit.

Die reformpädagogische Ausrichtung des pädagogischen Konzepts wird auch in den Zielsetzungen zur *Verbesserung des Lehrens und Lernens* deutlich. Computer und Internet sollen dazu genutzt werden,

- ▶ die Anschaulichkeit und Verlebendigung des Unterrichts zu fördern,
- ▶ eine stärkere Differenzierung und Individualisierung zu ermöglichen,
- ▶ Lern- und Arbeitsphasen zu intensivieren,
- ▶ Teamarbeit zu verstärken und Kommunikation zu verbessern,
- ▶ eine gesteigerte Selbständigkeit bei der Bearbeitung und Lösung von Frage- und Aufgabenstellungen zu bewirken und
- ▶ die Schüler zur Übernahme von mehr persönlicher Verantwortung zu bewegen und ihre Einstellung zur Schule in Hinblick auf Kooperation und Zugehörigkeit zu einem umfassenden Schulleben positiv zu verändern.



Der Laptop soll in diesem Zusammenhang in seiner Funktion als Schreib- und Rechengerät und als Lern- und Recherchewerkzeug (CD-ROM und Internet) eingesetzt werden. Die Erleichterung von Kommunikation und Teamarbeit soll unter anderem durch die Vernetzung der Geräte erreicht werden. Zur Förderung von Selbständigkeit und Verantwortung erhalten die Schülerinnen und Schüler die Geräte zur schulischen und häuslichen Nutzung, für den schulbezogenen und ihren privaten Gebrauch.

Das pädagogische Konzept der Schule sieht vor, den Computer als selbstverständliches Arbeitsmittel in den Rahmen der traditionellen Unterrichtsfächer zu integrieren, wobei die fachlichen Inhalte nach wie vor in Lehrplänen und Richtlinien vorgegeben sind. Eine grundsätzliche Abkoppelung vom durch den Kultusminister vorgegebenen Curriculum ist nicht vorgesehen.

Abgesehen von einem sechsstündigen „Projekttag“, an dem die Laptops an die Schüler ausgehändigt und erste Handgriffe zum Umgang mit dem Gerät eingeübt werden, gibt es keinen speziellen „Computer-Unterricht“. Um eine Überfrachtung des regulären Unterrichts durch die Einführung der neuen Technik zu vermeiden, haben beteiligte Lehrer und Projektleitung ein Vorgehen erarbeitet, bei dem der Laptop schrittweise, ausgehend von einem der Hauptfächer Deutsch oder Mathematik, in den Unterricht einbezogen wird. Beide Fächer erhielten im ersten Jahrgang dazu in der Anfangszeit eine zusätzliche Unterrichtsstunde pro Woche. Eine Aufstockung des Stundenkontingentes konnte aber für die darauffolgenden Jahrgänge nicht geleistet werden. Im Laufe des ersten Schuljahrs kamen dann sukzessive die anderen Hauptfächer und die Nebenfächer hinzu. Ab dem zweiten Projektjahr wurde der Laptop relativ zügig im Laufe der ersten zwei Projektmonate in die Fächer integriert. In Klassenstufe 7 sollen die Schüler zunächst Anwendungssoftware, verschiedene Lernprogramme und die Möglichkeiten der elektronischen Recherche auf CD-ROM kennen lernen. Die Nutzung des Internet ist erst ab Klassenstufe 8 vorgesehen.

Einer Überfrachtung durch die Technik soll auch dadurch vorgebeugt werden, dass der Laptop phasenweise eingesetzt wird. Er soll entsprechend des pädagogischen Konzepts dann genutzt werden, wenn es für die Bearbeitung fachlicher Fragestellungen sinnvoll und gewinnbringend erscheint. Es wird ein ausgewogenes Verhältnis von Arbeit mit und ohne Laptop angestrebt, wobei auf die gleichberechtigte Förderung traditioneller Fertigkeiten (z. B. des handschriftlichen Arbeitens) Wert gelegt wird.

Zur Nutzung der Laptops wird mit den Schülerinnen und Schülern ein Regelwerk vereinbart, das dafür sorgen soll, dass die Schüler die Funktionstüchtigkeit der Geräte und des Netzwerks

nicht mutwillig oder versehentlich beeinträchtigen. Unter anderem dürfen die Schüler nur von der Schule genehmigte Software auf den Laptops installieren, bestimmte Systemeinstellungen dürfen nicht verändert und zusätzliche Netzwerkeinstellungen nur in Absprache mit der Schule vorgenommen werden. Auch für das Ablegen, Verändern und Löschen von Dateien auf dem gemeinsamen Server sind bestimmte Regeln einzuhalten<sup>10</sup>. Die Schülerinnen und Schüler und ihre Eltern erklären zu diesem Regelwerk schriftlich ihr Einverständnis. Man will damit erreichen, dass sich die Schülerinnen und Schüler ihrer Verantwortung für die Funktionstüchtigkeit des Gesamtsystems bewusst werden und durch umsichtiges und pflichtbewusstes Handeln ihren Beitrag dazu leisten, dass der Pflege- und Wartungsaufwand der Laptops auf ein akzeptables Maß reduziert wird.

#### *6.1.1.1 Abgrenzung des pädagogischen Konzepts von der Zielsetzung der Studie*

Die vorliegende Studie geht der Frage nach, ob die Einführung mobiler Computer eine Hinwendung zu konstruktivistischen Unterrichtsmethoden fördert. Die Zielsetzung des Laptop-Projekts war allerdings allgemeiner. Von den Beteiligten, d. h. der Schulleitung, den Lehrern und den Eltern, waren drei Ziele für das Modellprojekt formuliert worden: die Vermittlung von Medienkompetenz, die Erhöhung des lebensweltlichen Bezugs des schulischen Lernens und die Verbesserung des Lehrens und Lernens. Die Anwendung konstruktivistischer Unterrichtsmethoden wird dabei nicht explizit benannt. Die Zielsetzungen, besonders im Bereich des Lehrens und Lernens, implizieren jedoch allesamt eine Hinwendung zu konstruktivistischen Unterrichtsmethoden. Auch der Anspruch, den Bezug zur Lebens- und Alltagswelt der Schüler zu erhöhen, kann als zentrales Merkmal eines konstruktivistischen Unterrichtskonzepts verstanden werden.

Auch wenn die an dem Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer also nicht primär das Ziel verfolgten, ihren Unterricht durch die Nutzung von Laptops in Richtung auf eine konstruktivistische Methodik zu verändern, erscheint es sinnvoll, die stattgefundenen Veränderungen des Unterrichts hin zu einer konstruktivistischen Methodik im Rahmen des vorliegenden Pilotprojekts zu untersuchen.

---

<sup>10</sup> siehe <http://www.ev-stift-gymn.guetersloh.de/medienprojekt/laptopprojekt/laptoperklaerung.html> und <http://www.ev-stift-gymn.guetersloh.de/medienprojekt/verpflichtung.html>

### 6.1.2 Koordination, Qualifikation und Unterstützung der Lehrkräfte

Zur Koordination des Projekts haben die beteiligten Lehrerinnen und Lehrer eine Arbeitsgemeinschaft „Laptop-Projekt“ gebildet. In dieser Arbeitsgemeinschaft werden gemeinsam mit der Schul- und Projektleitung die technischen und organisatorischen, insbesondere aber auch alle didaktischen und methodischen Entscheidungen, die das Projekt betreffen, besprochen und festgelegt. Die Arbeitsgemeinschaft soll dafür Sorge tragen, dass das Projekt dem pädagogischen Grundkonzept folgend in die Praxis umgesetzt wird und darüber hinaus die inhaltliche Orientierung an Lehrplänen und Richtlinien für die einzelnen Fächer gewährleistet ist. Die „Laptop-AG“ steht auch interessierten Lehrkräften, die noch nicht am Projekt teilnehmen, offen. Damit soll die Akzeptanz des Projekts im Kollegium ausgeweitet und das Interesse der Lehrkräfte am Einsatz neuer Medien im Unterricht gesteigert werden.

Auch wenn viele der am Laptop-Projekt beteiligten Lehrkräfte bereits vor dem Einstieg in das Projekt Erfahrungen mit dem Einsatz neuer Medien im Unterricht hatten, gibt es immer wieder Unterstützungs- und Fortbildungsbedarf. Zur gegenseitigen Unterstützung sowohl hinsichtlich technischer als auch didaktisch-methodischer Fragen werden in erster Linie hausinterne Fortbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen angeboten. Lehrkräfte und Schulleitung haben gemeinsam verschiedene Formate erarbeitet, die eine praxisnahe und bedarfsorientierte Weiterbildung ermöglichen sollen. Zu diesen zählt das „Tutoring auf Anfrage“, d. h. Lehrkräfte organisieren für ihre an Weiterbildung interessierten Kollegen Fortbildungseinheiten, die sich flexibel an deren angemeldetem Bedarf orientieren. In ähnlicher Weise werden „20-Minuten-Fortbildungen“ angeboten, die im Anschluss an den Unterricht stattfinden und bei denen neue Software oder wenig genutzte Elemente bekannter Software vorgestellt werden.

Bei technischen Problemen können die Lehrkräfte darüber hinaus auf die Hilfe eines Schultechnikers zurückgreifen, der (neben der Herstellerfirma der Laptops) für die Wartung und Reparatur von Hard- und Software zuständig ist. Der Schultechniker ist weniger an der Weiterbildung der Lehrkräfte beteiligt. Er unterstützt sie jedoch bei technischen Fragen, die ihre Kompetenzen übersteigen und hilft, technische Probleme an einzelnen Geräten oder im Netzwerk möglichst zügig zu beseitigen, so dass der Unterricht mit Laptops in technischer Hinsicht so reibungslos wie möglich vonstatten gehen kann.

Im didaktisch-methodischen Bereich werden die Lehrer ermutigt, Unterrichtsentwürfe gemeinsam zu entwickeln. Lehrer, die neu in das Projekt einsteigen, erhalten Hilfen und Anregungen von ihren Kollegen, die bereits länger mit dem Laptop arbeiten. Auf dem projekteigenen Server kann das Material vergangener Unterrichtsreihen eingesehen und abge-

rufen werden. Schließlich unterstützt die Schulleitung das sogenannte „Co-Teaching“, d. h. gegenseitige Unterrichtsbesuche der Lehrkräfte, so dass Lehrerinnen und Lehrer im gemeinsamen Unterricht und durch gegenseitige Beobachtung und Rückmeldung voneinander lernen können.

### 6.1.3 Einbezug der Eltern

In verschiedener Hinsicht findet im Laptop-Projekt eine über das übliche Maß hinausgehende Partizipation der Eltern an schulischen Belangen statt. So übernehmen die Eltern einen Teil der anfallenden Kosten für den Erwerb von Laptops und Software sowie für die Versicherung. Die Einrichtung eines Sozialfonds soll dabei dafür sorgen, finanziell weniger belastbaren Familien eine Teilnahme an dem Projekt zu ermöglichen. Neben der finanziellen Verantwortung werden die Eltern aber auch an didaktischen und organisatorischen Überlegungen und Entscheidungen beteiligt. Jede Laptop-Klasse wählt einen Elternbeirat, der von der Schul- und Projektleitung kontinuierlich über den Fortgang des Projekts informiert wird und regelmäßig mit der Schul- und Projektleitung sowie mit den außerschulischen Projektpartnern zusammen trifft, um eigene Beobachtungen und Anregungen zur Umsetzung des Projekts einzubringen. Für die gesamte Elternschaft werden darüber hinaus Informationsveranstaltungen organisiert, bei denen über Inhalte und Methoden des Arbeitens mit dem Laptop informiert wird und den Eltern Perspektiven für die außerschulische Nutzung der Laptops eröffnet werden sollen.

## **6.2 Begleitforschung zum Pilotversuch**

Zu dem Pilotprojekt wurde von der Bertelsmann-Stiftung eine vierjährige Begleitforschung in Auftrag gegeben, die vom Center for Media Research an der Freien Universität Berlin unter Leitung von Prof. L. J. Issing in Zusammenarbeit mit der Autorin durchgeführt wurde. Zielsetzung dieser Evaluationsforschung war es, den Modellversuch wissenschaftlich zu begleiten und die Auswirkungen der Integration von Laptops in den Unterricht zu dokumentieren. Die Ergebnisse wurden im Sinne einer formativen Evaluation in jährlichen Abständen an die Projektschule zurückgemeldet. In Abstimmung mit der Projektleitung, der Schulleitung sowie Eltern und Lehrern der Schule wurden folgende evaluationsleitende Fragen formuliert:

- ▶ Welche **unterrichtspraktischen Veränderungen** bringt die Einführung von Laptops in den Schulunterricht?
- ▶ Wie beeinflusst der Laptop das **Lernen der Schüler innerhalb und außerhalb des Unterrichts**?
- ▶ Werden **curriculare Lernziele** durch den Einsatz von Laptops besser erreicht, kommen neue hinzu?
- ▶ Trägt die Nutzung von Laptops zum Erwerb von **Schlüsselqualifikationen** (Computerkompetenz, lernstrategisches Wissen, Teamkompetenz) bei?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden im Rahmen der Begleitforschung fünf Teilstudien konzipiert:

- ▶ ***Teilstudie 1: Deskriptive Fragebogenuntersuchung***
- ▶ ***Teilstudie 2: Explorative Interviews***
- ▶ ***Teilstudie 3: Analyse von Unterrichtsbeobachtungen***
- ▶ ***Teilstudie 4: Tests von Schlüsselqualifikationen***
- ▶ ***Teilstudie 5: Fachleistungstests***

Ein ausführlicher Ergebnisbericht der Evaluation wurde Ende des Jahres 2002 nach Einreichung der vorliegenden Dissertation am Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie der Freien Universität Berlin von der Bertelsmann-Stiftung publiziert (Schaumburg & Issing, 2002).

Die vorliegende Arbeit basiert auf den Daten, die im Rahmen der ersten drei o. g. Teilstudien gewonnen wurden. Für die Untersuchung der Wirkung der Laptops auf die Unterrichtsmethodik wurde das Material in wesentlichen Teilen re-analysiert und neu interpretiert. Die vorliegende Studie leistet damit eine wesentlich differenziertere Analyse des Unterrichts als dies im Rahmen der Begleitforschung zu dem Modellversuch möglich war. Die Ergebnisse zu Schlüsselqualifikationen und Fachleistungen wurden von der vorliegenden Untersuchung ausgeschlossen, da hier die differenzierte Analyse des Zusammenhangs von Laptopeinsatz und Unterrichtsmethodik im Mittelpunkt steht. Die Wirkung von Unterrichtsmethodik auf die schulische Leistung im fachlichen und überfachlichen Bereich ist zwar im Sinne der Untersuchung der Output-Parameter des Unterrichts ebenfalls interessant

und relevant. Ihre differenzierte Betrachtung hätte jedoch den Rahmen der vorliegenden Arbeit gesprengt und muss weiteren Analysen des Materials vorbehalten bleiben.

### 6.3 Methode der vorliegenden Untersuchung

In der Lehr-Lernforschung wird seit einiger Zeit gefordert, qualitative mit quantitativen Herangehensweisen zu verbinden (Achtenhagen, 1984; Mayring, 1999; Renkl, 1999). Renkl (1999) zeigt auf, dass eine Beschränkung auf quantitative Methoden, die für die empirische Lehr-Lernforschung charakteristisch ist, zu kurz greift, um Unterricht und Lernen in angemessener Tiefe und Differenzierung zu beschreiben. Rein quantitativ gewonnene Ergebnisse sind oft nur schwer auf den konkreten Unterricht zu beziehen und sie liefern ein sehr unvollständiges Bild der pädagogischen Praxis. Qualitative Methoden können zur Interpretation von mit quantitativen Methoden gewonnenen Ergebnissen wertvolle Informationen liefern. Im Rahmen einer formativen Evaluation ist die Kombination von qualitativen und quantitativen Herangehensweisen auch für die Generierung von Verbesserungs- und Optimierungsmaßnahmen von Unterricht unerlässlich. Renkl (1999) spricht sich explizit dafür aus, qualitative Methoden nicht nur im Rahmen der Erkundung eines bisher theoretisch und/oder empirisch unzulänglich aufgearbeiteten Gegenstandsbereichs heranzuziehen, sondern sie zum integralen Bestandteil eines quantitativ-qualitativen Forschungsvorgehens zu machen.

Die Triangulation verschiedener Forschungsmethoden wird darüber hinaus in der Literatur zur qualitativen und zur quantitativen Sozialforschung (dort eher als Kreuzvalidierung) als probates Mittel gesehen, Verzerrungspotenziale, die sich aus der Untersuchung eines Gegenstandsbereichs mit nur einer Methode ergeben, zu minimieren und die Validität der verwendeten Methode und der gefundenen Ergebnisse zu erhöhen (Lamnek, 1995; Patton, 1990). Dabei sollten zur Erhöhung der externen Validität der Ergebnisse neben unterschiedlichen Forschungsmethoden auch verschiedene Personengruppen zu ihren Erfahrungen befragt werden, um ein umfassendes Bild des untersuchten Gegenstands zu erhalten.

Die vorliegende Untersuchung verfolgt einen solchen multimethodischen und multiperspektivischen Ansatz. Die Veränderungen des Unterrichts werden aus der Perspektive von Lehrern, Schülern und unabhängigen Beobachtern ermittelt.

Die beteiligten **Lehrerinnen** und **Lehrer** werden mit offenen Verfahren befragt, da angenommen wird, dass sie in bezug auf Fragen der Unterrichtsorganisation und -praxis einen reichen Erfahrungsschatz sammeln, der sich durch eine standardisierte Befragung mittels Fragebogen kaum adäquat abbilden ließe. Zur Erhebung von Unterrichtsveränderungen wird ein **Leitfadeninterview** eingesetzt, das den Lehrern erlaubt, vielfältige Aspekte der von ihnen

wahrgenommenen Veränderungen zu äußern. Weiterhin wird den Lehrkräften jährlich ein **Fragebogen** zu ihrer Nutzung des Computers im Unterricht und zu ihrer Beurteilung des Projekts vorgelegt. Für eine globale Einschätzung ihrer Computervorkenntnisse, ihrer Vorerfahrungen beim Einsatz von Computern im Unterricht und ihrer Einstellung zum Laptop-Projekt erhalten sie außerdem vor dem Einstieg in das Projekt einen **Vorerhebungsfragebogen**.

Entsprechend des eingangs vorgestellten Verständnisses von Unterricht, in dem Lehrer und Schüler gleichberechtigte Akteure darstellen, wäre die Beschreibung der Unterrichtsveränderungen nicht vollständig, ohne auch die Perspektive der **Schülerinnen** und **Schüler** einzubeziehen. Ähnlich wie bei den Lehrerinnen und Lehrern gilt hier, dass die unvorhersehbare Vielfalt der Erfahrungen sich mit **Leitfadeninterviews** angemessen erfassen lässt. Weiterhin kommt ein quantitatives Erhebungsverfahren zum Einsatz, mit dem Kohorteneffekte und kohorteninterne Veränderungen über die Zeit zufallskritisch überprüft werden. Zur standardisierten Befragung der Schüler wird ein **Fragebogen** konstruiert, der neben Fragen zur Computernutzung und Unterrichtsveränderungen auch Items zur emotionalen und motivationalen Beurteilung des Projekts enthält. Die Ausgangslage der Schüler bezüglich Computernutzung und ihrer Erwartungen an das Projekt wird, ähnlich wie bei den Lehrern, mit einem **Vorerhebungsfragebogen** festgestellt.

Eine weitere Perspektive liefern unabhängige Beobachter, die Unterrichtsveränderungen anhand von **Aufzeichnungen von Unterrichtsstunden** in an dem Projekt beteiligten Klassen beurteilen. Soweit es sich um Phänomene handelt, die ein externer Beobachter festhalten kann (z. B. Sozialformen, Medieneinsatz), wird hier der Versuch unternommen, die subjektiven Aussagen der Beteiligten durch eine dritte Perspektive zu validieren.

Die vorliegende Arbeit kombiniert ein längsschnittliches mit einem querschnittlichen Vorgehen. Schüler und Lehrer werden im Projektverlauf jeweils mehrfach befragt. Auch dadurch soll ein umfassenderer Einblick in den Integrationsprozess der Laptops in den Unterricht gewonnen werden. Querschnittsvergleiche verschiedener Kohorten liefern Informationen darüber, inwieweit Effekte mit den Besonderheiten eines speziellen Jahrgangs zusammenhängen. Besonders für die erste Kohorte, die als „Pioniergeneration“ erstmalig den Einsatz von Laptops erprobt, kann angenommen werden, dass sie einer stärkeren Belastung und Unsicherheit ausgesetzt ist als die folgenden Kohorten. Routinen und Handlungsmuster für die Arbeit mit Laptops, angefangen bei der Ebene des täglichen Unterrichts bis zur schulorganisatorischen Ebene, müssen erst gefunden werden. Es kann erwartet werden, dass diese „Experimentierphase“ (Rockman et al., 1999) für die erste Kohorte besonders ausgeprägt ist, während

die folgenden Kohorten aufgrund schulischer Unterstützungsmaßnahmen (Team-Teaching, Laptop-AG, interne Lehrerfortbildungen) von den Erfahrungen der „Pioniere“ profitieren sollten.

Die Untersuchung ist also aus drei Teilstudien aufgebaut:

- **Teilstudie I:** *Fragebogenuntersuchung* mit Schülern und Lehrern der verschiedenen Kohorten
- **Teilstudie II:** *Interviews* mit Lehrern und Schülern der verschiedenen Kohorten
- **Teilstudie III:** Analyse von *Unterrichtsbeobachtungen*

Die Studie versteht sich als fallbasierte explorative Erkundung der in Teil 5 aufgeworfenen Forschungsfragen. Auf die Bildung von Hypothesen ex ante wird deshalb in weiten Teilen verzichtet. Stattdessen liegt der Schwerpunkt auf der Beschreibung des Feldes mittels quantitativer und qualitativer Daten. Das Ziel dabei ist ein vertieftes Verständnis der Veränderungen, die sich für den Unterricht durch die Einführung von Laptops ergeben, wobei auch verschiedene kontextuelle Einflussgrößen berücksichtigt werden sollen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung könnten damit den Ausgangspunkt für hypothesenprüfende Untersuchungen bilden. Quasi-experimentell wird nur in Teilstudie III vorgegangen, wo auf der Grundlage des im ersten Teil dieser Arbeit dargestellten Forschungshintergrunds und der für das untersuchte Pilotprojekt formulierten Zielsetzungen die Hypothese geprüft wird, ob die Nutzung von Laptops zur Realisierung konstruktivistisch geprägter Unterrichtsmethoden beiträgt.

#### 6.4 Überblick über die Teiluntersuchungen der Studie

Die in diese Untersuchung eingegangenen Daten wurden in zehn Erhebungswellen (März 1999, Mai 1999, November 1999, März 2000, Juni 2000, September 2000, November 2000, Mai 2001, Juni 2001, September 2001) an der Projektschule erhoben.

Bei den ersten beiden Evaluationsbesuchen direkt nach Einführung der Laptops in der ersten Kohorte (März und Mai 1999) wurden zunächst Pilotuntersuchungen durchführen. In dieser Zeit wurden Lehrerinnen und Lehrer sowie die Projektkoordinatoren der Schule explorativ befragt, um für die Beteiligten relevante Forschungsfragen abzuleiten. Zusammen mit dem Auftraggeber und der Schulleitung wurden diese in einem mehrstufigen Diskussionsprozess weiter spezifiziert, um zu Leitfragen für die Evaluation und konkretisierenden Fragestellungen zu gelangen. Fragebögen und Interviewleitfäden wurden in den Laptopklassen einem



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, wahrgenommenen 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.

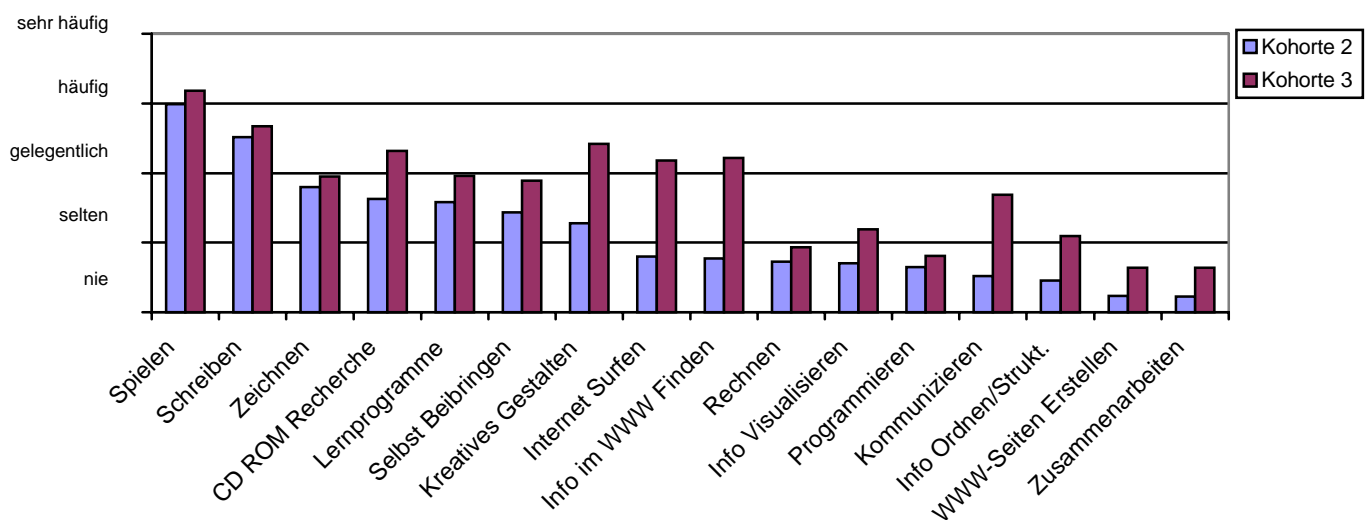


Abb. 11: Nutzungsformen des häuslichen Computers vor Projektbeginn (vollständige deskriptive Statistik vgl. Anhang 4.1)

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 Hausaufgabenutzung 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.

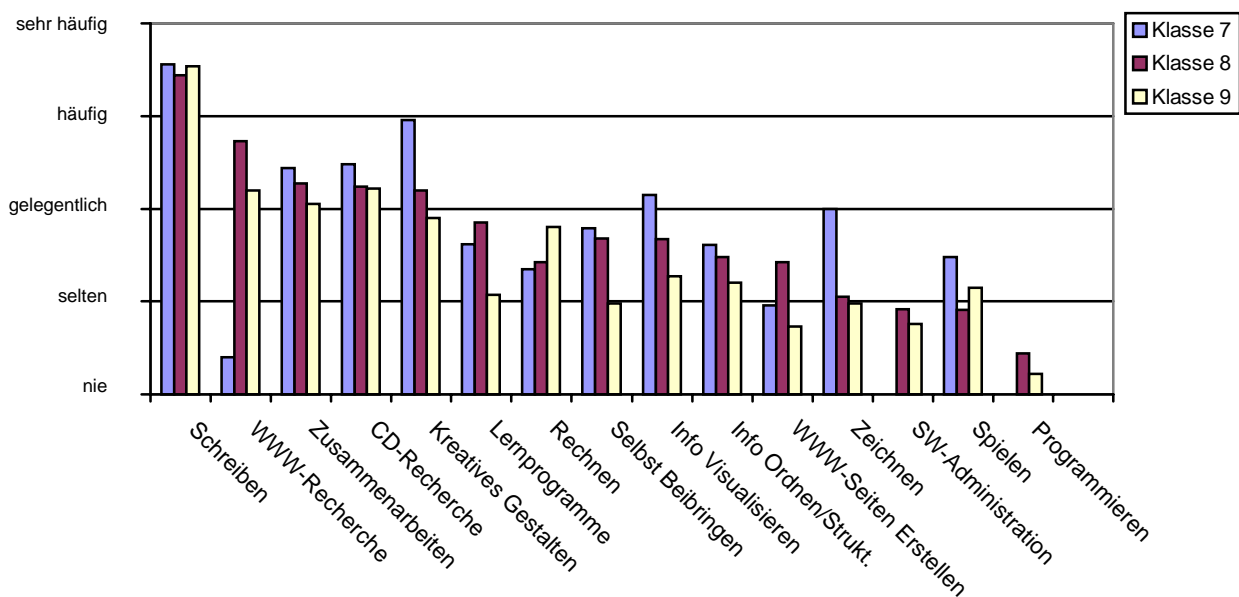


Abb. 12: Mittelwerte der Häufigkeit verschiedener Laptopnutzungen im Schulunterricht für Kohorte 1<sup>11</sup> (vollständige deskriptive Statistik vgl. Anhang 4.3.1)

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 sinnföellig 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.

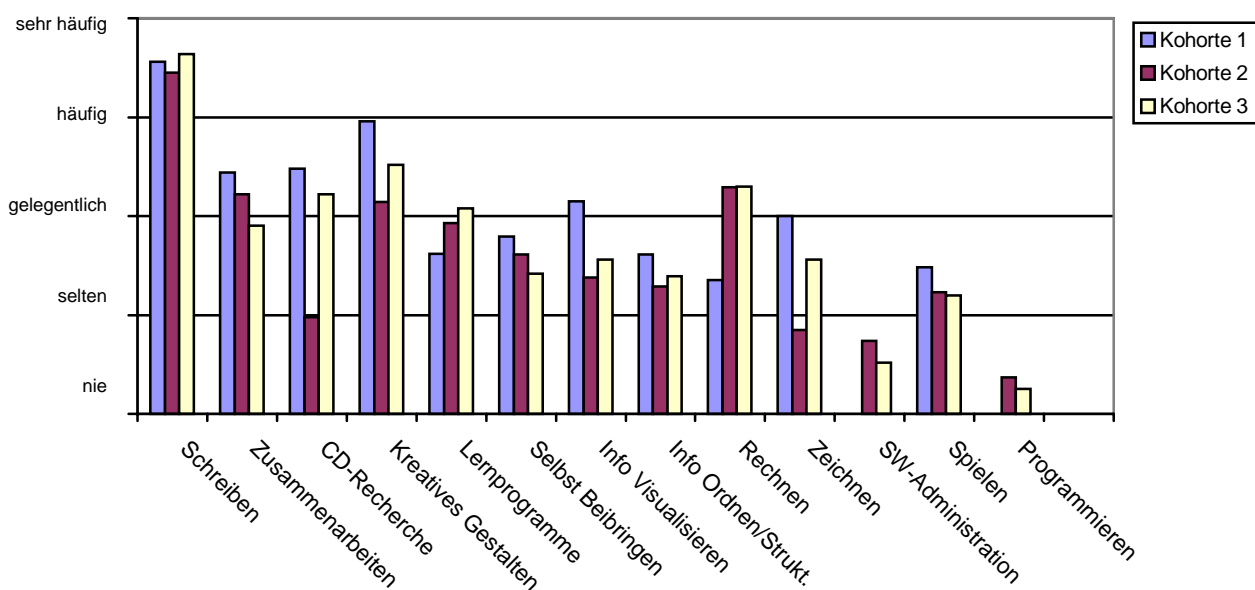


Abb. 13: Kohorteneffekte (Klassenstufe 7; vollständige deskriptive Statistik vgl. Anhang 4.3.2)

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)

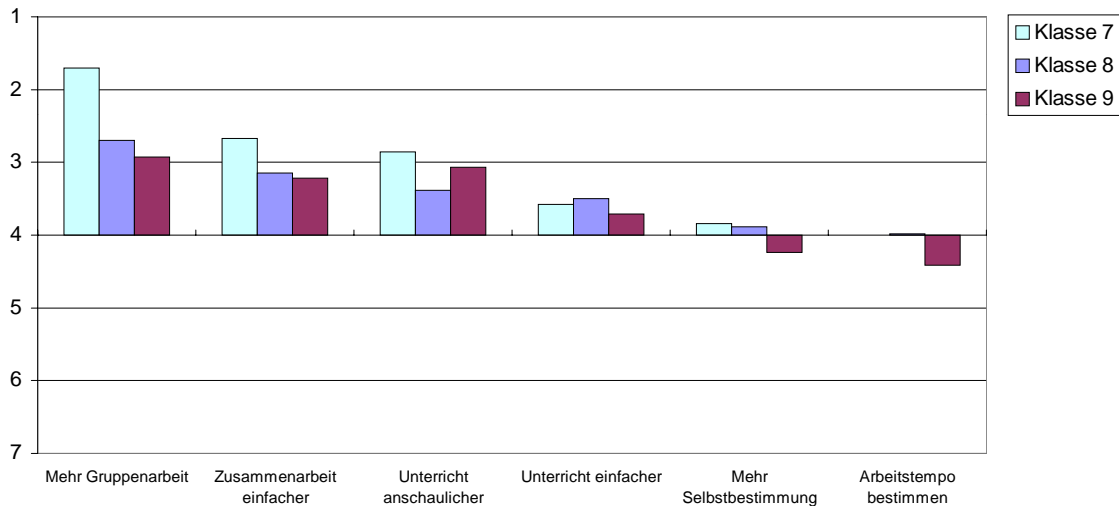


Abb. 14: Mittelwerte der wahrgenommenen Unterrichtsveränderungen in Kohorte 1 (semantisches Differential: 1 = Zustimmung; 4 = keine Veränderung im Vergleich zu Unterricht ohne Laptop; 7 = Ablehnung; vollständige deskriptive Statistik vgl. Anhang 4.4.1)

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).

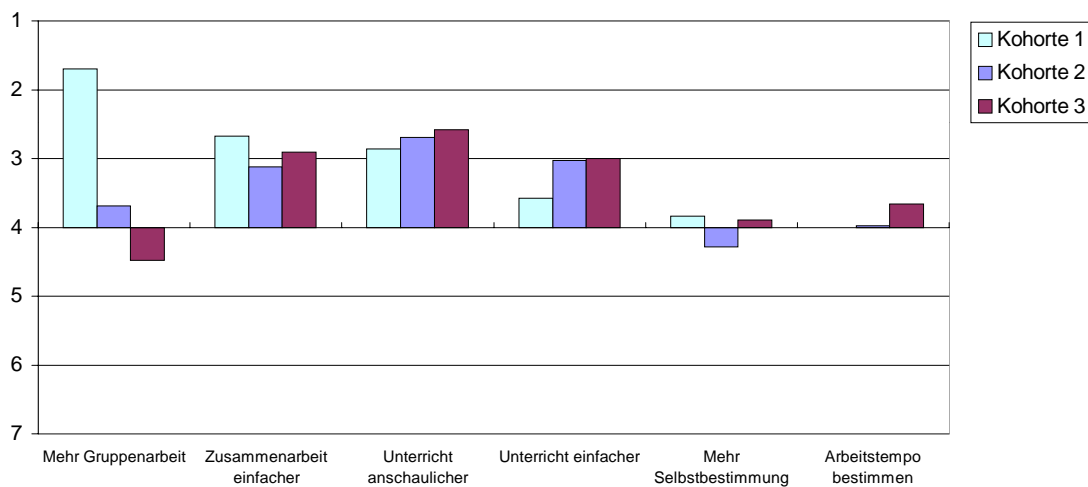


Abb. 15: Mittelwerte der wahrgenommenen Unterrichtsveränderungen in Klasse 7. (semantisches Differential: 1 = Zustimmung; 4 = keine Veränderung im Vergleich zu Unterricht ohne Laptop; 7 = Ablehnung; vollständige deskriptive Statistik vgl. Anhang 4.4.2)

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.

## 8. Teilstudie II: Explorative Leitfaden-Interviews

Die Evaluation der qualitativen Auswirkungen der Laptops auf den Unterricht und das schulische Lernen wird, wie oben ausgeführt, in erster Linie durch Leitfadeninterviews geleistet (vgl. 6.3). Bei den Interviews geht es also darum, die Vielzahl der Fakten, Erfahrungen, Einschätzungen und Einstellungen, die mit dem Laptop-Projekt in Zusammenhang stehen, in einer möglichst großen Breite abzubilden.

Die Analyse erfolgt dabei in zwei Schritten. Zunächst wurden die Interviews vergleichend analysiert um herauszufinden, ob sich unabhängig von Lehrer und Schulklasse Muster bei der Nutzung der Laptops im Unterricht zeigen. Dabei zeigte sich, dass es Bereiche gab, in denen von allen Befragten grundsätzlich ähnliche Erfahrungen gemacht wurden, während in anderen deutliche Unterschiede in den Erfahrungen und Beobachtungen zwischen den Lehrern bestanden. Teilweise wurden äußerlich ähnliche Erfahrungen auch sehr unterschiedlich von verschiedenen Lehrern bewertet. So wurde beispielsweise die Auflösung lehrergelenkter Unterrichtsstrukturen im Laptop-Unterricht von einigen Lehrern als gewinnbringend und von anderen als eher belastend und stressbehaftet erlebt. In einigen Schülerinterviews spiegeln sich diese Unterschiede, wenn von den Schülern differenziert berichtet wurde, wie die Laptops von verschiedenen Lehrern mit unterschiedlicher Wirkung in den Unterricht integriert wurden. Die vergleichende Analyse wird deshalb durch eine Typenbildung der Lehrerinterviews ergänzt, um zu einer differenzierteren Analyse der Daten zu gelangen. Ziel dieser Analyse ist es, unterschiedliche Muster bei der Integration der Computer in den Unterricht aufzuzeigen und Zusammenhänge zwischen diesen Integrationsmustern und Lehrervariablen aufzudecken. Die Aussagen aus den Schülerinterviews werden für diese typisierende Analyse ergänzend hinzugezogen.

Im folgenden wird zunächst die Durchführung der Interviews und die Aufbereitung der Daten für die vergleichende Analyse beschrieben (8.1.1). Ergebnisse der vergleichenden Analyse für die in Kapitel 2.1.2 herausgearbeiteten Unterrichtsdimensionen werden in Abschnitt 8.1.2 berichtet. Dabei werden jeweils die Lehrer- und die Schülerperspektive gegenübergestellt und verglichen. In Abschnitt 8.2 wird anschließend die Methode der Typenbildung (Kap. 8.2.1) und ihre Ergebnisse (8.2.2) dargestellt. Unabhängig vom Geschlecht der befragten Personen wird bei den Analysen ausschließlich der maskuline Genus verwandt, um die Anonymität der Befragten zu wahren.

## 8.1 Vergleichende Analyse der Lehrer- und Schülerinterviews

### 8.1.1 Methode

#### 8.1.1.1 Durchführung der Interviews

Die Gesprächsführung orientierte sich in halbstandardisierter Form an einem Leitfaden, der auf den Leitfragen der Evaluation basierend formuliert wurde (vgl. Anhang 5). Die Interviewer waren angehalten, flexibel und offen zu reagieren, wenn neue, nicht im Leitfaden enthaltene relevante Aspekte angesprochen wurden und diese durch Nachfragen zu vertiefen. Die Länge des Leitfadens war so bemessen, dass alle Fragen nach Möglichkeit in einer Schulstunde (45 min) beantwortet werden konnten.

In die Untersuchung gingen insgesamt 50 Interviews ein, davon 35 mit Lehrerinnen und Lehrern und 15 mit Schülerinnen und Schülern. Während die Lehrer jeweils einzeln befragt wurden, erfolgten die Schülerinterviews in Vierergruppen (je 2 Mädchen und 2 Jungen). Die Interviews fanden in einem Aufenthaltsraum der Schule statt und wurden mit Tonband aufgezeichnet. Die Länge der Interviews schwankte zwischen 30 und 60 Minuten.

Tabelle 21 gibt einen Überblick über die aufgezeichneten Interviews.

Lehrer		Kohorte			Gesamt
		K1	K2	K3	
Fach	Englisch	4	5	1	10
	Deutsch	5	6	1	12
	Mathe	5	5	3	13
<b>Gesamt</b>		14	16	5	35
<b>Schüler</b>		8	6	1	15

Tab. 21: Verteilung der Lehrer- und Schülerinterviews auf Kohorten und Unterrichtsfächer

Dieselben Lehrer wurden teilweise mehrfach befragt. Insgesamt haben sechs verschiedene Deutschlehrer, acht Mathematiklehrer und sechs Englischlehrer an den Interviews teilgenommen. Zwei Lehrer (Deutsch, Mathematik) haben drei, elf Lehrer zwei (4 Deutsch, 3 Mathematik, 4 Englisch) und sieben Lehrer (1 Deutsch, 2 Englisch, 4 Mathematik) haben ein Interview gegeben. Auch sind dieselben Klassen mehrfach befragt worden, wobei jedoch zu jedem Interview Schüler gebeten wurden, die bisher noch nicht befragt worden waren. Insgesamt entstammen sie allen fünf Klassen der ersten zwei Kohorten. Von der dritten Kohorte wurden nur eine Klasse und fünf Lehrer befragt. Obwohl die Interviews über drei Jahre des Projekts geführt wurden, bilden sie in erster Linie die Erfahrungen der ersten zwei Projektjahre ab. Um die Stichprobe der Befragten und damit die Bandbreite der berichteten Erfahrungen zu vergrößern, wurde im dritten Jahr der Studie entschieden, bisher nicht oder nur einfach befragte Lehrer aus der zweiten und dritten Kohorte sowie Schüler aus der zweiten Kohorte zum Interview zu bitten, anstatt die Lehrer und Schüler der ersten Kohorte, die zu



diesem Zeitpunkt bereits mehrfach zu ihren Erfahrungen befragt worden waren, mit gleicher Intensität weiter zu untersuchen. In der vorliegenden Stichprobe sind nur drei Lehrer und drei Schülergruppen zu ihren Erfahrungen im dritten Projektjahr befragt worden.

#### *8.1.1.2 Aufbereitung der Daten und Kategorienbildung*

Alle Interviews wurden zunächst transkribiert, so dass sie als vollständiger Fliesstext vorlagen. Im ersten Aufbereitungsschritt wurde ein Kategoriensystem entwickelt, mit dem Ziel, die für die Evaluationsfragen des Projekts relevanten Äußerungen möglichst vollständig abzubilden. Dabei wurde auf der Grundlage der Evaluationsleitfragen ein vorläufiges Kategoriensystem entwickelt, das im Prozess der ersten Codierung ausdifferenziert wurde, um bisher nicht enthaltene Aspekte aufzunehmen. Die Auswahl und Zuordnung der Textpassagen zu den Kategorien wurde von zwei Codiererinnen vorgenommen, die sich in einem gemeinsamen Aushandlungsprozess über Kernaussagen der Texte und Ausdifferenzierung des Kategoriensystems einigten. Bei Widersprüchen wurde eine dritte Codiererin hinzugezogen. Abschließend wurde für jede Kategorie eine komprimierte Kernaussage formuliert.

Im zweiten Analyseschritt wurden alle Interviews nochmals von zwei Auswerterinnen unabhängig voneinander codiert, wobei relevante Textstellen der Interviews den jeweiligen Kernaussagen zugeordnet wurden. Dabei wurde ebenfalls festgehalten, ob der Lehrer bzw. Schüler der Kernaussage zustimmte, diese ablehnte oder sich neutral ihr gegenüber äußerte. Widersprüchliche Äußerungen wurden von den Codiererinnen nicht aufgelöst, sondern dem Kategoriensystem doppelt, z. B. als Zustimmung und Ablehnung zugewiesen. In den meisten Fällen wurden widersprüchliche Bewertungen im Gesprächskontext begründet bzw. beruhten bei den Gruppeninterviews auf unterschiedlichen Meinungen, so dass eine doppelte Codierung den Daten angemessen erschien. Die Beurteilerübereinstimmung betrug im Mittel 75% für die Lehrerinterviews und 72% für die Schülerinterviews. Bei allen nichtübereinstimmenden Urteilen wurden die entsprechenden Textstellen nochmals geprüft und von einer dritten Auswerterin dem Raster zugewiesen.

Alle Interviews wurden schließlich in ein elektronisches Textanalyse-System eingelesen, das eine elektronische Zuordnung der Textstellen zu den Kategorien und eine anschließende vergleichende Analyse des Datenmaterials erlaubte. Für die im Rahmen der vorliegenden Arbeit interessierenden Aussagen zu Veränderungen des Unterrichts wurde aus dem so aufbereiteten Datenpool mit denjenigen Kategorien und zugehörigen Textstellen weitergearbeitet, die sich auf Unterricht und schulisches Lernen beziehen. Tabelle 22 gibt einen Überblick über die verwendeten Kategorien.

Kategorie	Kernaussage	Textbeispiel Lehrerinterview	Textbeispiel Schülerinterview
<b>Sozialformen</b>			
Frontalunterricht/ gelenktes Unterrichtsgespräch	<b>Frontalunterricht /gelenktes Unterrichtsgespräch</b> kommt im Unterricht mit Laptops häufiger vor.	„Gerade auch in der Klasse, die ich ja jetzt noch habe, diese neunte Klasse, die können zwar den Computer gut und sinnvoll einsetzen, aber die können auch sehr genau sagen, dass, wenn es ihnen so darum geht, den roten Faden im Unterricht beizubehalten, dass es ihnen dann einfach auch wichtig ist, dieses Unterrichtsgespräch zu haben und diese direkte Rückmeldung von mir zu haben.“ Lehrer 15, Englisch, K1, T3, 65-69	Zu diesem Thema wurden von den Schülern keine bzw. sehr wenige Äußerungen gemacht.
Einzelarbeit	<b>Einzelarbeit</b> kommt im Unterricht mit Laptops häufiger vor.	„Ja es gibt in dem Unterricht mit Laptop bei mir zumindest deutlich mehr Phasen in denen die Schüler individuell arbeiten, als [es] das vorher gegeben hat. Wo dann schlicht und einfach eine Lenkung von vornherein nicht mehr funktioniert.“ Lehrer 11, Mathematik, K2, T2, 99-101.	„Ja, gut, aber sonst, [machen wir mit dem Laptop] mehr Einzelarbeit, so, wenn wir was von der Tafel abschreiben oder diktieren kriegen, finde ich, ist mehr Einzelarbeit.“ Klasse 3, Kl.-Stufe 8, K2, T3, 279-280.
Partnerarbeit	<b>Partnerarbeit</b> kommt im Unterricht mit Laptops häufiger vor.	„Also ich würde sagen, dass was ich jetzt gesagt habe, noch im verstärktem Maße auf den Laptopunterricht zutrifft. Weil, wie kann man das beschreiben, also ich habe weniger Elemente von strenger Einzelarbeit, mehr also Partnerarbeit und Gruppenarbeits-elemente drin.“ Lehrer 8, Mathematik, K2, T2, 158-161	„Also, ich glaube, das [kooperative Arbeiten] ist höher, aber das sind ja nicht so richtige Gruppen, das ist immer so Paararbeit, also man arbeitet immer zu zweit oder zu dritt zusammen wie [...] schon gesagt hat. Also, so von der Paararbeit ist das ziemlich mehr.“ Klasse 4, Kl.-Stufe 8, K2, T3, 255-258.
Gruppenarbeit	<b>Gruppenarbeit</b> kommt im Unterricht mit Laptops häufiger vor.	„Das hat sich also immer wieder heraus gestellt, dass die Laptop-orientierten Stunden oder Reihen sehr viel mehr Gruppenarbeit ermöglichen, manchmal auch erfordern.“ Lehrer 15, Englisch, K1, T3, 60-62.	„Also mir gefällt besonders, dass wir viel Gruppenarbeit machen. Also viel mit anderen zusammen, so dass man sich gegenseitig helfen kann und das man nicht immer so alleine da steht.“ Klasse 2, Kl.-Stufe 8, K1, T3, 31-33.
<b>Handlungsmuster</b>			
Offene Aufgabenstellungen	Aufgabenstellungen im Unterricht sind <b>offener</b> , geben Schülern Freiräume für <b>eigenes Experimentieren</b> .	„In einigen Teilen ist es so, dass experimentelles Lernen verstärkt eingesetzt werden kann, in der Form wie man es im Heft so nicht machen kann. Einfach dann, wenn es darum geht, bestimmte Möglichkeiten, etwa bei einer Konstruktion, auszuprobieren. Da habe ich einfach am Laptop in kürzerer Zeit mehr Möglichkeiten, etwas auszuprobieren. Eine Figur kann ich dynamisch verändern, da kann ich also experimenteller arbeiten als im herkömmlichen Unterricht.“ Lehrer 7, Mathematik, K1, T4, 137-142.	„Ich find's auch gut, dass wir uns selber auch mal so was beibringen müssen, irgendwie, manchmal bekommen wir so eine Hausaufgabe, wo es dann heißt, probiert das mal aus oder dann kann man das auch mal selber raus finden und das ist auch ganz gut.“ Klasse 3, Kl.-Stufe 8, T3, 61-63.
Projektarbeit	<b>Projektarbeit</b> kommt im Unterricht mit Laptops häufiger vor.	„Und dann eben so, dass aus meiner Sicht der Laptop so ein gewisses produktartiges Lernen, auch projektartiges Lernen, unterstützt und da gibt's für die Schüler eher die Möglichkeit zu sagen: „Ich mache den Teil, ich mache den Teil.“ Lehrer 1, Deutsch, K1, T4, 179-181.	„Wir haben ganz schön viele Projekte, wo die Lehrer sagen: „Wir geben die Aufgabenstellung.“, und wir müssen dann halt alles selbst machen. Wir [...] können auch Fragen stellen, aber wir müssen uns das wirklich selbst einteilen, auch selbst alles erarbeiten und wenn wir nicht genug Zeit haben dann müssen wir das dann halt zu Hause machen. Und ich finde, das ist ganz verstärkt aufgetreten, dass wir auch schon mal in vier Fächern Projekte hatten, wo wir alle so selbständiger sein mussten. Weiß nicht, ob die Lehrer zu faul sind?.“ Kl. 8, K2, T2, 300-306.

Kategorie	Kernaussage	Textbeispiel Lehrerinterview	Textbeispiel Schülerinterview
Differenzierung	Mit den Laptops gibt es mehr Möglichkeiten zur <b>Differenzierung/individuellen Förderung</b> der Schüler.	„Das hat ja heute ein Mädchen auch gesagt, sie würde viel mehr Aufmerksamkeit vom Lehrer bekommen. Und das hat nämlich genau den Hintergrund, wenn die sich melden, „Ich habe ein Problem!“, dann gehe ich zu denen hin und spreche mit denen. Sonst melden sie sich im Unterricht, ich nehme sie dran, dann nehme ich den nächsten dran, das ist dann eine ganz andere Geschichte.“ Lehrer 1, Deutsch, K1, T1, 402-405.	„S: Manchmal bekommen wir auch eine Aufgabe, wie jetzt in Englisch und dann dürfen wir frei entscheiden mit welchem Programm wir das machen. Also mit Frontpage oder mit Power Point. I: Und darf das dann jeder für sich entscheiden oder... M2: Ja, jeder für sich.“ Klasse 4, Kl.-Stufe 8, T2, 208-211.
Schwierigkeit	Der Unterricht wird durch die Laptops <b>einfacher</b> für die Schüler.	„Aber die Anforderungen an die Schüler und Schülerinnen sind gestiegen. [Das] muss man ehrlicherweise sagen.“ Lehrer 3, Deutsch, K2, T2, 571-572.	„Ich finde schon, dass der Laptop das manchmal erschwert, weil wenn man dann zusätzlich diese ganzen Sachen vom Laptop her auch noch lernen muss und den Stoff, ich finde das ist schwerer.“ Klasse 2, Kl.-Stufe 8, K1, T3, 360-364
Interessantheit	Der Unterricht wird durch die Laptops <b>interessanter</b> für die Schüler	„Da sind Möglichkeiten, Datenbanken zu erstellen, Diagramme zu erstellen, was man vorher auch gemacht hat, viel mit Hand gemacht hat, auch jetzt noch mit Hand tun sollte, aber jetzt vielleicht vermehrter tut und auch interessanter gestalten kann.“ Lehrer 9, Mathematik, K1, T2, 18-21.	„Das ist auch interessanter, als wenn man das dann stur aus dem Buch macht. Das machen wir ganz selten, was heißt ganz selten, eigentlich gar nicht mehr.“ Klasse 2, Kl.-Stufe 9, K1, T3, 48-49.
Anschaulichkeit	Die <b>Anschaulichkeit</b> bei der Vermittlung von Fachinhalten steigt durch die Laptops.	„Und das [Vorstellungsvermögen] wird jetzt mit Computergraphik unterstützt. Und das ist relativ einfach möglich für jeden Schüler, dass er sich selber diesen Prozess erst einmal anschaut und dann auch beobachtet, was passiert jetzt eigentlich.“ Lehrer 14, Mathematik, K3, T2, 194-196.	„Man sieht sofort was passiert. Das ist nicht wie... da hat man zwar in Mathe die Formel vor sich, aber man kann sich ja doch nichts vorstellen. Da hat man halt die Formel, tippt halt ein und, zack, kommt da so ein Gebilde raus und dann sieht man, das ist dafür verantwortlich und das dafür, und das ist schon wirklich toll.“ Klasse 1, Kl.-Stufe 9, T4, 314-316
<b>Rollenverständnis</b>			
Lernberater	Der Lehrer kann sich im Unterricht stärker <b>zurücknehmen</b> , wird zum <b>Lernberater</b> .	„Das hat sich wirklich geändert, dass da längere Phasen die [Schüler] damit alleine arbeiten, wo der Lehrer nur im Hintergrund bleibt und eingreift, wenn's nötig ist oder wenn er es für nötig hält oder die Schülerinnen und Schüler ihn fragen. Also, das hat sich wirklich geändert.“ Lehrer 3, Deutsch, T3, K2, 40-43.	„Ja, dann setzen sie [die Lehrer] sich wie ein Schüler dazwischen und es fällt eigentlich gar nicht auf, dass die da sind, von daher find ich das eigentlich ganz gut.“ Klasse 1, Kl.-Stufe 7, K1, T1, 851-853.
Aufbrechen traditioneller Unterrichtsformen	Die Laptops tragen dazu bei, die Struktur des <b>traditionellen Unterrichts</b> zu verändern.	„... und die Schüler auch aufstehen und selbstverständlich auf einmal in der Klasse herumwandern, sich über die Schultern gucken. Das ist im herkömmlichen Unterricht überhaupt nicht der Fall.“ Lehrer 17, Englisch, T1, K2, 378-380.	„Weil wir sollen ja uns gegenseitig helfen, dem Nachbarn und, wir sitzen ja an Gruppentischen, oder mal einem anderen Gruppentisch. Und dann rennen gelegentlich ein paar Leute durch die Klasse, weil wir es ja sollen.“ Klasse 1, Kl.-Stufe 7, K1, T1, 239-241.
Lehrer als Lernender	Der Lehrer wird vom <b>Wissensvermittler</b> zum Mitlernenden.	„Und manche Schüler haben Zeit, bestimmte Funktionen des Programms auszutüfteln und selber mal so spielerisch auszuprobieren, und die habe ich zuhause nicht, und die sind daher viel fitter als ich. Und ich kann mich da zurücknehmen und mir mal Sachen von denen zeigen lassen.“ Lehrer 20, Englisch, T2, K3, 98-101.	„Normal steht der Lehrer vorne und erzählt uns irgendwas oder versucht, uns was beizubringen, und so lernt der halt irgendwie mit, wenn der selber mit dem Laptop arbeitet. Dann sieht man den vielleicht auch so als Schüler an oder so.“ Klasse 4, Kl.-Stufe 8, K2, T2, 158-161.
Selbständigkeit der Schüler	Die <b>Selbständigkeit</b> der Schüler beim Lernen hat zugenommen.	„Während des normalen Unterrichts ist es häufig das Lehrer-Schüler-Gespräch, stark lenkend immer noch, während gerade bei der Arbeit mit den Laptops sich immer ganz schnell Partner oder kleine Gruppen finden, die dann untereinander sehr selbständig werden.“ Lehrer 17, Englisch, T3, K2, 50-52.	„Was ich ein bisschen besser finde ist, bei den meisten Aufgaben ist es jetzt so, dass man gesagt kriegt, man muss die Aufgabe machen, aber doch eher eigenständiger arbeiten kann. Dass man jetzt nicht alles unbedingt immer im Unterricht machen muss in der angegebenen Zeit. Das wird alles so ein bisschen eigenständiger.“ Klasse 2, Kl.-Stufe 8, K1, T2, 290-293.

Kategorie	Kernaussage	Textbeispiel Lehrerinterview	Textbeispiel Schülerinterview
<b>Lernziele und Lerninhalte</b>			
Neue curriculare Inhalte	Es kommen <b>neue curriculare Inhalte/Schwerpunkte</b> hinzu.	„[Man] hat zum Teil andere Inhalte [...] über das normale Lehrbuch oder über den normalen Gesprächsunterricht hinaus, indem man eben z. B. ihn [den Laptop] als Recherche-Instrument einsetzt, was man ja sonst nicht unbedingt machen würde.“ Lehrer 19, Englisch, T2, K2, 26-28.	Zu diesem Thema wurden von den Schülern keine bzw. sehr wenige Äußerungen gemacht.
Anwendungsbezug	Der <b>Anwendungsbezug</b> bei der Vermittlung von Fachinhalten steigt.	„Bei den Zinsrechnungen sind es so Aufgaben, die aus dem täglichen Leben kommen. Wenn man sich reale Zinssätze von Banken holt, so Kredite vergleichen kann, Rückzahlungsstrategien vergleichen kann, das ist ein ziemlicher Rechenaufwand, den man im herkömmlichen Unterricht gar nicht machen kann. Das geht nur da [im Laptopunterricht], das geht nur so.“ Lehrer 11, Mathematik, T2, K2, 45-48.	Zu diesem Thema wurden von den Schülern keine bzw. sehr wenige Äußerungen gemacht.
Strukturierendes analysierendes Denken	<b>Strukturierendes /analysierendes Denken</b> bei den Schülern wird durch die Laptop-Arbeit gefördert.	„Und sie können jetzt dann selbst zu irgendeinem Thema, meinetwegen bevor sie eine, bevor sie mit der Space Story beginnen, strukturieren sie selbst die Arbeitsprozesse, indem sie [...] eine Mind Map erstellen, ein Network und dann auch sich daran orientieren, wie gehen wir jetzt weiter vor? Das machen die ganz gut.“ Lehrer 20, Englisch, T2, K3, 42-45	„Das Programm fand ich eigentlich ganz gut, weil man konnte alles ausrechnen und ausmessen und mit Farben versehen. Wenn man das danach ausgedruckt hat, dass hat zwar ein bisschen länger gedauert, aber im Heft wäre es nie so strukturiert gewesen. Und das konnte man sich schon ganz gut angucken und dann auch lernen für die Arbeit.“ Klasse 2, Kl.-Stufe 9, K1, T4, 282-285.
Mitbestimmung	Die Schüler erhalten mehr <b>Mitbestimmung</b> bei der Entscheidung über Lernziele und Lerninhalte.	I: „Haben Sie das Gefühl, die Schüler können sich mit Laptops/Internet stärker in die Gestaltung der Lerninhalte einbringen?“ L: „Die können das schon deshalb, weil sie stärker dann auch eigene Interessen verfolgen können oder spezifische Interessen.“ Lehrer 18, Englisch, T3, K2, 213-218.	„M2: Ja, und auch so speziell auf den Lernstoff halt Mathe gibt [Lehrer X] das immer vor. In Englisch macht man sowieso das normale Buch bis hinten durch. In Deutsch war das ab und zu mal, dass wir uns das Unterrichtsthema aussuchen konnten, aber in der Regel gibt er das doch vor. J1: Ja, das ist doch eigentlich, wir können doch auch eigentlich nicht so den Unterrichtsstoff bestimmen.“ Klasse 3, Kl.-Stufe 8, K2, T3, 320-325.
Zeitverlust	Durch die Arbeit mit Laptops wird im Unterricht <b>Zeit</b> für die Vermittlung fachlicher Inhalte <b>verloren</b> .	„Ja, problematisch finde ich eben, dass das Thema „Einführung einer neuen Software“ sehr viel Raum einnimmt. Da muss man immer gucken, wie kann ich jetzt diese Software sinnvoll mit einem Inhalt verknüpfen und es braucht eben relativ viel Zeit dann. Ja und da muss man eben gucken, wie kriegt man das hin.“ Lehrer 4, Deutsch, T3, K2, 187-191.	„Ja, also das ist auf jeden Fall beim Laptop, wenn wir mit dem Laptop arbeiten, das ist auf jeden Fall anders halt, das dauert alles viel länger.“ Klasse 5, Kl.-Stufe 8, K2, T3, 155-156.

Tab. 22: Interviewkategorien mit Textbeispielen aus Lehrer- und Schülerinterviews

Die vergleichende Analyse der Lehrer- und Schüleräußerungen sollte zunächst die Frage beantworten, ob es in den Erfahrungen von Lehrern und Schülern übergreifende Muster gibt, d. h. ob die Einführung der Laptops aus Sicht aller Beteiligten zu grundsätzlich ähnlichen Veränderungen des Unterrichts geführt hat. Um einen Überblick über Trends in den Äußerungen zu erhalten, wurden Zustimmung bzw. Ablehnung über alle Interviews zunächst für jede Kernaussage tabellarisch dargestellt. Die dazugehörigen Textausschnitte wurden dann innerhalb der Interviews und interview-übergreifend gelesen, um Erfahrungen zu vergleichen

und Begründungsmuster aufzudecken. Den auf diese Weise herausgearbeiteten Unterrichtsveränderungen aus Lehrersicht werden im folgenden Ergebnisteil die Erfahrungen der Schüler zu der jeweiligen Unterrichtsdimension gegenübergestellt, um zu einem vollständigeren Bild der Veränderungen zu gelangen.

### 8.1.2 Ergebnisse

#### *8.1.2.1 Sozialformen*

Konstruktivistischer Unterricht zeichnet sich durch einen hohen Anteil an Sozialformen aus, in denen die Schüler aktiv und selbständig tätig werden können. Dies sind sowohl Einzel- als auch Partner- und Gruppenarbeit. Kollaborativen Arbeitsformen kommt im konstruktivistischen Unterricht eine besondere Bedeutung zu, da die soziale Interaktion, der Austausch von Meinungen und Perspektiven, als zentral für den Aufbau von Wissen erachtet wird. Der Frontalunterricht ist zwar bedingt mit einem konstruktivistischen Unterrichtskonzept vereinbar, spielt jedoch gegenüber den anderen Sozialformen eine untergeordnete Rolle. Die Analyse der Veränderung der Sozialformen stützt sich auf die Kategorien *Frontalunterricht*, *Einzelarbeit*, *Partnerarbeit* und *Gruppenarbeit*.

##### 8.1.2.1.1 Perspektive der Lehrer zu den Sozialformen

Für keine der Sozialformen ergibt sich in den Lehrerinterviews ein besonders klares Bild. Die Anteile der Arbeitsformen und die Erfahrungen, die hier gemacht wurden, sind recht unterschiedlich, und scheinen stark vom Zeitpunkt des Interviews, den betreffenden Lehrern bzw. der Kohorte, und den jeweiligen Gegebenheiten in der Klasse abzuhängen (vgl. Tab. 23).

Einige Lehrer der ersten Kohorte berichten, dass sie mit verschiedenen längerfristigen, recht komplexen Gruppenprojekten in das Projekt eingestiegen sind. Obwohl die Erfahrungen, was die Arbeitsergebnisse angeht, positiv waren, wurde auch festgestellt, dass diese Form des Einstiegs in das Projekt für Lehrer und Schüler teilweise als Überforderung erlebt wurde.

Von den Lehrern der zweiten und dritten Kohorte wurde übereinstimmend ein grundsätzlich anderer Einstieg in das Projekt berichtet. Zu Beginn des Laptopunterrichts, wenn noch viele neue Programme und Funktionen eingeführt werden müssen, wurde in allen Fächern angegeben, dass lehrergelenkter Frontal- oder Klassenunterricht überwiegt. Dieser wurde unterbrochen von Einzelarbeitsphasen, in denen die Schüler das Gelernte individuell erproben. Die Einzelarbeit soll sicherstellen, dass jeder Schüler und jede Schülerin die zu vermittelnden Umgangskompetenzen mit dem Computer erwirbt. Kooperatives Arbeiten habe in der

Anfangsphase eher informell stattgefunden, indem die Schüler sich bei Problemen gegenseitig unterstützten und weiterhalfen.

Code-Nr. des Lehrers	1	2	3	4	1	5	6	2	3	4	1	6	7	8	7	9	1	1	1	1	1	9	1	1	7	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1											
Zeitpunkt	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T								
Fach	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E							
Kohorte	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K						
	1	2	2	2	1	3	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2	3	3	3	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
Sozialformen																																																			
Frontal- unterricht		-		+									N / -	N / +			-		N	N				N	-																						N / -	N			
Einzelarbeit		N						N						N / -			+	+	N / +	N / -			N / +	+																									N		
Partnerarbeit														N / +			+			+			N																												
Gruppenarbeit		N / +	+		+	N / +	N	N		+	N			N / +			-		N	N			+	N / -	-																									+	N / +

Tab. 23: Lehreraussagen zu den Veränderungen von Sozialformen im Laptop-Unterricht<sup>24</sup>

Im zweiten Projektjahr wird das Bild noch uneinheitlicher. In den Fächern Deutsch und Englisch äußerten sich zahlreiche Lehrer positiv über die Möglichkeiten, die der Laptop zur qualitativen Verbesserung von Gruppenarbeit birgt. Besonders die einfache Modifizierbarkeit von elektronischen Produkten gibt den Schülern nach Meinung zahlreicher Lehrer die Möglichkeit, sich aktiv mit Einzelbeiträgen an der Gestaltung eines gemeinsamen Produkts zu beteiligen. So wurde beobachtet, dass die Struktur der Teamarbeit sich von dem Muster „einer arbeitet, die anderen schauen zu“ zu einer „verteilten Arbeit im Team“ verändert habe. Dabei zerlegten die Schüler einen Gruppenauftrag selbständig in Teilaufgaben, die sie zunächst einzeln bearbeiteten, um dann die Einzelbeiträge am Ende zu einem Ganzen zusammenzufügen. Dies wurde mehrheitlich als eine qualitative Verbesserung der Teamarbeit gewertet, die die intensive Auseinandersetzung der Schüler mit dem gestellten Thema begünstigte.

Auch wenn das Potenzial der Laptops für kooperatives Arbeiten gelobt wurde und positive Erfahrungen mit der Gruppenarbeit bei weitem überwogen, waren die Äußerungen zur Häufigkeit der Gruppenarbeit verhalten. Ein gutes Drittel der Befragten, hauptsächlich Deutsch- und Englischlehrer, war explizit der Ansicht, dass sich der Anteil von kooperativen

<sup>24</sup> Jedes Interview ist gekennzeichnet mit der Codenummer des Lehrers, der Dauer der Laptopnutzung (T1: 3-6 Monate, T2: 7-12 Monate, T3: 13-18 Monate, T4: über 18 Monate), des Fachs, das der Lehrer in der Laptopklasse unterrichtet (D: Deutsch, M: Mathematik, E: Englisch) und der Kohorte, mit der der Lehrer in das Projekt eingestiegen ist. In den Zellen wurde eine Zustimmung/Zunahme mit einem „+“, eine neutrale Äußerung mit einem „N“ und eine Ablehnung/Abnahme mit einem „-“ gekennzeichnet. Zellen bleiben leer, wenn der jeweilige Aspekt in den Interviews nicht zur Sprache kam.

Sozialformen in ihrem Unterricht durch die Nutzung von Laptops erhöht hat. Dieser Gruppe steht eine ebenso große Gruppe gegenüber, die keine grundsätzliche Veränderung in der Häufigkeit der eingesetzten Sozialformen feststellen konnte. Schließlich sahen drei Lehrer, alle im Fach Mathematik, eine Veränderung in einem Anstieg der Einzelarbeit. Der Frontalunterricht scheint tendenziell im zweiten und dritten Projektjahr in allen Fächern zurückzugehen, wobei auch hier von den Lehrern, die sich zu diesem Punkt geäußert haben, mehrheitlich eher geringfügige Veränderungen festgestellt wurden.

#### 8.1.2.1.2 Perspektive der Schüler zu den Sozialformen

Das differenzierte Bild zeigt sich auch in den Schülerinterviews, wo je nach Kohorte unterschiedliche Erfahrungen berichtet wurden (vgl. Tab 24). Die Schülergruppen der ersten Kohorte berichteten in den ersten zwei Projektjahren übereinstimmend, dass die Gruppenarbeit zugenommen habe. Erst im dritten Projektjahr wurde von einer Schülergruppe angegeben, dass nun die Gruppenarbeit zurückgegangen ist. In der zweiten Kohorte berichteten zwei Schülergruppen im zweiten Projektjahr, dass die Gruppenarbeit zugenommen hat. Allerdings schränkten die Schüler hier ein, dass es sich lediglich um Phasen von Gruppenarbeit gehandelt habe und dass sie für den gesamten Projektzeitraum keine Zunahme der Gruppenarbeit empfanden. In dieser Kohorte wurde von zwei Gruppen eher ein Anstieg der Partner- als der Gruppenarbeit wahrgenommen. Insgesamt überwog aber in dieser Kohorte die Ansicht, an den Sozialformen habe sich im Vergleich zum normalen Unterricht nicht allzu viel verändert.

Code-Nr. der Schulklasse	1	2	1	2	3	4	5	6	2	3	4	5	1	1	2	
Zeitpunkt	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Kohorte	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4
Klassenstufe	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
	1	1	1	1	2	2	2	3	1	2	2	2	1	1	1	1
Klassenstufe	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9
<b>Sozialformen</b>																
Einzelarbeit.						N	N			+			-	+		
Partnerarbeit						N	N	+		+	+					
Gruppenarbeit				+	+	N/ +	N/ +	-	+	+/ -	N/ +	+	N/ +	N/ +	+	

Tab. 24: Schüleraussagen zu den Sozialformen im Laptop-Unterricht<sup>25</sup>

Die Laptops wurden besonders für Gruppenarbeit als hilfreich beurteilt, da sie es ermöglichen, gemeinsam an Texten zu arbeiten, diese gleichzeitig anzuschauen, zu diskutieren und zu

<sup>25</sup> Jedes Interview ist gekennzeichnet mit der Nummer der Schülergruppe, der Dauer der Laptopnutzung (T1: 3-6 Monate, T2: 7-12 Monate, T3: 13-18 Monate, T4: über 18 Monate), der Nummer der Kohorte sowie der Klassenstufe der befragten Schüler. In den Zellen wurde eine Zustimmung/Zunahme mit einem „+“, eine neutrale Äußerung mit einem „N“ und eine Ablehnung/Abnahme mit einem „-“ gekennzeichnet. Zellen bleiben leer, wenn der jeweilige Aspekt in den Interviews nicht zur Sprache kam.

verändern. Auch die gegenseitige Unterstützung in der Gruppenarbeit wurde von den Schülern positiv bewertet. Organisatorisch gefiel den Schülern, dass sie sich bei der Gruppenarbeit, insbesondere der Projektarbeit, die Arbeit aufteilen konnten, so dass jeder Schüler einen Teil erledigte, der ihm Spaß machte. Die Aussagen der Schüler bestätigen also die Beobachtungen der Lehrer. Vereinzelt wurde von Schülergruppen bemängelt, dass die Laptops eher hinderlich für Gruppenarbeiten seien, da jeder Schüler mit seinem eigenen Gerät beschäftigt sei bzw. eine Gruppe von Schülern schlecht mit nur einem einzelnen Laptop arbeiten könne. Von den Schülern der ersten Kohorte wurde teilweise auch die von den Lehrern berichtete Überforderung bestätigt und geäußert, es wären so viele Gruppenprojekte gleichzeitig durchgeführt worden, dass die geforderten Arbeiten von den Schülern kaum geleistet werden konnten.

Die Schüler belegten sowohl die von den Lehrern angeleitete Gruppenarbeit wie auch den informellen Austausch untereinander mit der Bezeichnung „Gruppenarbeit“. In beiden Fällen ist der Übergang von Gruppen- zu Partner- und Einzelarbeit fließend. Gruppen- und Partnerarbeitsaufträge wurden in Teilen individuell abgearbeitet, in Phasen der Einzelarbeit wandten sich die Schüler häufiger als üblich mit Fragen und Problemen an ihre Mitschüler und arbeiteten gemeinsam weiter.

#### 8.1.2.1.3 Zusammenfassung Sozialformen

Zusammenfassend zeigt die Analyse der Aussagen zu den verwendeten Sozialformen, dass die Nutzung von Laptops keine einheitliche Wirkung hat. Offensichtlich überlagern hier fach- und lehrerspezifische Besonderheiten den Effekt der Nutzung von Laptops, so dass sich kein einheitliches Gesamtbild zeigt. Auch hier soll die typisierende Analyse der Lehrerinterviews weitere Klarheit bringen. Die einfache Formel „Mehr kooperative Arbeitsformen durch Computernutzung“ scheint jedenfalls zu kurz gegriffen und kann an den vorliegenden Daten nicht bestätigt werden.

Im Hinblick auf konstruktivistischen Unterricht interessant sind die Beobachtungen der Lehrer und Schüler zu den qualitativen Veränderungen des Ablaufs von Gruppenarbeit. Auch wenn nur eine Minderheit der Lehrer eine Veränderung der Häufigkeit, mit der Gruppenarbeit eingesetzt wird, berichtete, so äußerten die Lehrer (besonders in den Fächern Englisch und Deutsch) mehrheitlich, dass der Laptop eine qualitative Verbesserung der Gruppenarbeit gebracht hat. Die Schülerinterviews bestätigen diese Beobachtung. Die hier beschriebenen Veränderungen deuten insofern auf konstruktivistisches Lernen hin, als dass eine größere Selbständigkeit der Schüler bei der Organisation und Strukturierung als bei herkömmlicher



Gruppenarbeit beobachtet wurde. Auch die inhaltliche Diskussion und Reflexion der Schülerprodukte wird nach Meinung der Lehrer durch die einfache Editierbarkeit der elektronischen Produkte unterstützt, besonders wenn die Schüler durch entsprechende Arbeitsaufträge zu gegenseitiger kritischer Rückmeldung angehalten werden. Verschiedene Lehrer betonen in diesem Zusammenhang die Wichtigkeit des Unterrichtsgesprächs, in dem die erarbeiteten Inhalte, auch auf Wunsch der Schüler, nochmals im Forum diskutiert werden.

### 8.1.2.2 Handlungsmuster

Kennzeichnend für den konstruktivistischen Unterricht sind Handlungsmuster, die die Schüler mit komplexen Aufgabenstellungen konfrontieren, für die es vielfältige Lösungswege gibt. Die Handlungsmuster sollen den Schülern ermöglichen, sich selbsttätig und aktiv mit dem Lerngegenstand auseinander zu setzen, so dass sie ein eigenes Verständnis des zu lernenden Sachverhalts entwickeln. Ein Handlungsmuster, das diesen Anspruch besonders gut erfüllt, ist der Projektunterricht. Von zentraler Bedeutung ist darüber hinaus, dass die Schüler ihrem individuellen Vorwissen entsprechend im Lernprozess gefördert werden. Sie sollen eigene Interessen und Themen in den Unterricht einbringen können und dazu angeregt werden, ihre Perspektive mit der der Mitschülern und des Lehrers zu vergleichen. Auf der inneren Seite bedeutet dies, dass der Unterricht für die Schüler interessanter und herausfordernder wird, gleichzeitig machen konstruktivistische Handlungsmuster den Unterricht vermutlich auch anspruchsvoller und schwieriger.

Für die Analyse der Handlungsmuster wurden die Kategorien *offene Aufgaben*, *Projektarbeit* und *Differenzierung* zur Charakterisierung der äußeren Seite des Unterrichts und *Schwierigkeit*, *Interessantheit*, *Anschaulichkeit* und *Selbständigkeit* zur Charakterisierung der inneren Seite des Unterrichts ausgewertet.

#### 8.1.2.2.1 Perspektive der Lehrer zu den Handlungsmustern

Von nahezu allen Lehrern wurde gelobt, dass der Unterricht mit Laptops neue Möglichkeiten bietet, die Schüler selbsttätig an offenen Aufgabenstellungen arbeiten zu lassen (vgl. Tab. 25). Im Fach Mathematik wurde dies auf den experimentellen Umgang mit Zahlen, Formeln und mathematischen Konstruktionen, der mit den Programmen *Excel*, *Euklid* und *Geonet* realisiert wurde, bezogen. Vereinzelt wurde auch der Gebrauch des Computer-Algebra-Systems *Derive* berichtet, das zum Zeitpunkt der Interviews jedoch gerade erst eingeführt worden war, so dass nur wenige Erfahrungen mit diesem Programm vorlagen. Die Aufgabenstellungen in der Mathematik wurden, besonders auf dem Gebiet der Zinsrechnung teilweise als komplexer als

für die Klassenstufe üblich angesehen. Die Möglichkeit, komplexere Probleme zu behandeln, habe dabei auch den Vorteil, dass stärker an authentischen, lebensnahen Fragestellungen gearbeitet werden könne (vgl. Abschnitt 8.1.2.4.1).

Code-Nr. des Lehrers	1	2	3	4	1	5	6	2	3	4	1	6	7	8	7	9	1	1	1	1	1	9	1	1	7	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	8			
Zeitpunkt	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
Fach	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
Kohorte	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	
Handlungsmuster																																								
Offene Aufgabenstellungen		+			+	N / +	+			+	+		+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Projektarbeit					+							+																											+	N / +
Differenzierung	+				+							+					N		+	+		+	+		+	+	+												+	
Schwierigkeit	-														+			+	+	-	-						N / -												- / N	
Interessanz						+										+			+							+	+	+	+											+
Anschaulichkeit					+	+		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Selbstständigkeit	+	N / +		+	+	+	+	+	+	N	+	+	+	+	+	+	+					+	N / +	+	+	+				N	N	+	+	+	+	+	+	+	N / +	

Tab. 25: Aussagen der Lehrer zu den Handlungsmustern im Laptop-Unterricht (Legende s. Tab. 23)

Die Englisch- und Deutschlehrer beobachteten eine Steigerung von experimentellen und offenen Aufgabenstellungen dahingehend, dass die Arbeit mit der elektronischen Textverarbeitung den Schülern Freiräume bezüglich der Gestaltung und Formatierung von Texten eröffnete. Dies wurde besonders von Lehrern in der Anfangsphase des Projekts als Veränderung bemerkt, wobei einschränkend darauf hingewiesen wurde, dass die Aufgabenstellungen in Phasen der Einführung neuer Programme teilweise stärker als im Unterricht ohne Laptop vorstrukturiert würden (vgl. 8.1.2.3.1). Im zweiten Projektjahr wurde zunehmend von einer größeren inhaltlichen und formalen Offenheit bei Aufgabenstellungen berichtet. Verschiedene Lehrer erläuterten, dass Schüler in längerfristigen Projekten zu selbstgewählten Themen Informationen recherchierten, zusammenstellten und präsentierten. Teilweise wurden die erstellten Texte mehrfach unter den Schülern ausgetauscht und gegenseitig korrigiert bzw. mit Verbesserungsvorschlägen versehen. Einige Lehrer gaben an, die Produkte der Schüler im Entstehungsprozess wiederholt zu kommentieren, um den Schülern Hilfestellung für die Überarbeitung ihrer Produkte zu geben. Von einem Lehrer wird in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass die Öffnung der Aufgabenstellung nicht notwendig an den Laptop gebunden sei. Entsprechend wird der Projektunterricht in vielen Interviews nicht als eine

grundsätzliche Neuerung akzentuiert. Verschiedene Lehrer sind jedoch der Ansicht, dass sich Projektarbeit mit dem Laptop einfacher realisieren lässt, da den Schülern mehr unterschiedliches Material zur Verfügung gestellt werden kann und die Schüler so stärker ihre eigenen Interessen verfolgen können.

Verbesserte Möglichkeiten zur Differenzierung und individuellen Förderung der Schüler wurden vor allem im Fach Mathematik gesehen. So berichteten zwei Lehrer, in Gruppenarbeitsphasen binnendifferenzierte Aufgabenstellungen vorzugeben und sich dann intensiver als sonst üblich der Betreuung einzelner Schüler zu widmen. Ein anderer Lehrer wies darauf hin, dass die Möglichkeit, Rechenvorgänge und Visualisierungen mehrfach und in verschiedener Geschwindigkeit ablaufen zu lassen, es Schülern ermöglichte, sich ihrer individuellen Auffassungsgabe entsprechend mit mathematischen Fragestellungen auseinander zu setzen. In den Interviews der Englisch- und Deutschlehrer wurden dagegen wenige Äußerungen zur Differenzierung bzw. Individualisierung im Unterricht gemacht. Das im Fach Englisch verwendete Lernprogramm *Multimedia-Coach*, das den Schülern zum individuellen Üben zur Verfügung stand, wurde innerhalb des Unterrichts kaum eingesetzt und von den Lehrern ambivalent beurteilt. Während zwei Lehrer angaben, dass die Software zum selbständigen Lernen langfristig ungeeignet sei und weit weniger zum individuellen Lernen zuhause eingesetzt wurde als erhofft, zeigten sich zwei andere mit der häuslichen Nutzung der Software durchaus zufrieden. Verschiedene Lehrer bemängelten in diesem Zusammenhang jedoch, dass es für sie schwierig zu überprüfen sei, ob und mit welchem Erfolg die Schüler das Programm genutzt hätten, da das Programm keine Funktion beinhaltete, mit der der Bearbeitungsstand der Aufgaben abgefragt werden könne. Aus diesem Grund hätten sie die Nutzung des Programms eher als optionale Hausaufgabe aufgegeben oder die Nutzung ganz und gar freigestellt.

Als Konsequenz aus den offeneren und experimentelleren Aufgabenstellungen auf der äußeren Seite des Unterrichts wird auf der inneren Seite in allen Fächern festgestellt, dass die Schüler mithilfe des Laptops zu einer selbständigeren Arbeitsweise gelangen. Während die Beobachtungen hierzu im ersten Projektjahr häufig noch zwiespältig waren, zeichnet sich ab dem zweiten Projektjahr ab, dass in der gesteigerten Selbständigkeit die größte Veränderung im Lernverhalten gesehen wird. Dies bezieht sich einerseits auf das Lösen technischer Probleme bzw. den eigenständigen Umgang mit der Technik. Viele Lehrer, besonders in den Fächern Deutsch und Englisch, beschrieben eine selbständigere Arbeitsweise jedoch auch unter einem inhaltlichen Aspekt. Schüler würden sich im Unterricht und zuhause zunehmend eigenständig Information, teilweise auch über den von den Lehrern vorgegebenen Rahmen

hinaus, erarbeiten. Besonders bei Gruppenprojekten hätten sie die Fähigkeit erworben, die zu leistende Arbeit selbstverantwortlich zu organisieren und aufzuteilen und anschließend wieder zu einem gemeinsamen Ganzen zu integrieren.

Der Unterricht wurde von den Lehrern mehrheitlich als „anspruchsvoller“ als Unterricht ohne Laptops eingeschätzt. In den Fächern Deutsch und Englisch war es vor allem die vertiefte Auseinandersetzung mit eigenen und fremden Texten, die den Schwierigkeitsgrad des Unterrichts erhöhte. Im Fach Mathematik bestand bei drei Lehrern die Meinung, dass der Unterricht für die Schüler einfacher würde, da die Rechner den Schülern einige Rechenoperationen abnähmen. Gleichzeitig beschrieben diese, wie auch zwei andere Lehrer den Unterricht aber auch als anspruchsvoller, da beispielsweise das Arbeiten mit Formeln von den Schülern ein abstrakteres Verständnis mathematischer Zusammenhänge verlange.

Etwas weniger als die Hälfte der Lehrer äußerte die Meinung, dass der Unterricht mit Laptops für die Schüler interessanter würde. Dies wurde mit den offeneren Aufgabenstellungen, die die Wahl eigener Themen ermöglichte, begründet. Auch die Möglichkeit, authentische Themen in den Unterricht einzubeziehen, macht nach Meinung der Lehrer den Unterricht interessanter.

Einig war sich die Mehrheit der Lehrer darin, dass die Nutzung der Laptops zu einer größeren Anschaulichkeit bei der Vermittlung der Lerninhalte beitrage. Im Fach Mathematik bezog sich diese Beobachtung vor allem auf die Programme *Euklid* und *Geonet*, die sich bewährt hätten, um Geometrie „beweglich“ zu machen, d. h. sie in einer Weise erfahrbar zu machen, wie dies an der Tafel nicht möglich sei. Dies trage zum Verständnis geometrischer Sachverhalte auf Seiten der Schüler bei. Im Fach Englisch berichtete ein Lehrer im Zusammenhang mit dem Aspekt der Anschaulichkeit, dass er den Verbesserungseffekt, den das Überarbeiten eines Textes erbringt, für die Schüler direkt erfahrbar gemacht habe, indem Verbesserungen am Text ein- und ausgeblendet wurden und die beiden Textversionen so direkt verglichen werden konnten. Ein anderer Lehrer setzte den Laptop zum Visualisieren und Vergleichen von statistischen Daten aus dem Lehrbuch ein, um die Versprachlichung der darin enthaltenen Information zu unterstützen. Insbesondere die Einfachheit, mit der verschiedene graphische Darstellungen erzielt werden können, haben nach der Erfahrung des Lehrers die Schüler fasziniert und zu einer stärkeren Handlungsorientierung des Unterrichts beigetragen. Schließlich beschrieben mehrere Englisch- und Deutschlehrer, dass die Schüler im Rahmen von Projekten Textmaterial häufig mit Bildern und Graphiken angereichert hätten, die ebenfalls zur Veranschaulichung beitrugen.

## 8.1.2.2.2 Perspektive der Schüler zu den Handlungsmustern

Die Schüler bestätigen mehrheitlich den Trend, der von den Lehrern berichtet wurde: Aufgabenstellungen werden offener und lassen den Schülern mehr Freiräume für eigenes Experimentieren. Dies bezieht sich zum einen auf den experimentellen Umgang mit Programmen und Programmfunktionen, die die Schüler im Unterricht oder zuhause selbst erproben. Aber auch auf inhaltlicher und formaler Ebene wird von den Schülern eine größere Freiheit wahrgenommen (vgl. 8.1.2.4.2). So nannte eine Schülergruppe ein Beispiel, bei dem es ihnen überlassen worden war, welche Aspekte eines vorgegebenen Themas sie vertiefen wollten und wie sie ein Gruppenprojekt gemeinsam organisieren. Zwei andere Gruppen schilderten, dass die Schüler entscheiden konnten, mit welchen Medien sie ein Thema präsentieren wollten. Eine Schülergruppe im dritten Projektjahr beschrieb, dass die Schüler auch bei der Recherche von Information zu einem vorgegebenen Thema recht selbständig entscheiden konnten, wo und wie sie nach Informationen suchten.

Code-Nr. der Schulklasse	1	2	1	2	3	4	5	6	2	3	4	5	1	1	2
Zeitpunkt	T 1	T 1	T 1	T 1	T 1	T 2	T 2	T 2	T 3	T 3	T 3	T 3	T 4	T 4	T 4
Kohorte	K 1	K 1	K 1	K 1	K 2	K 2	K 2	K 3	K 1	K 2	K 2	K 2	K 1	K 1	K 1
Klassenstufe	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9
<b>Handlungsmuster</b>															
Offene Aufgabenstellungen			+			+	+/-		+	+		+/-	+/-	+	-
Projektarbeit				+		+	N/+	N	+						-
Differenzierung			-						+/-		N		+		+
Schwierigkeit	+/- -	+	+/- -	+	+	+/- -	+/ N/ -	N	+/ N/ -	+/ N/ -	+/ -	+/ N	-	+/ N	+/ -
Interessantheit		+			+	+		+	-	+	+	+	+		-
Anschaulichkeit		+	+/- -			+	-	+	+	+	+	+		+	+/- -
Selbständigkeit			+		+				+	+		+	+		+/- -

Tab. 26: Aussagen der Schüler zu den Handlungsmustern im Laptop-Unterricht (Legende s. Tab. 24)

Bezüglich der Individualisierung bzw. Differenzierung gab es widersprüchliche Ansichten, wobei weniger auf Lerninhalte und Aufgabenschwierigkeit, sondern vor allem auf das Lerntempo eingegangen wurde. Schüler aus drei Schülergruppen waren der Meinung, ihr Lerntempo im Laptop-Unterricht stärker selbst bestimmen zu können, da der Zeitrahmen für die Lösung von Aufgaben weiter gesteckt werde, und sie Aufgaben auch zuhause bzw. über mehrere Unterrichtsstunden hinweg weiter bearbeiten könnten. Von einer Schülergruppe im dritten Projektjahr wurde in diesem Zusammenhang Lernsoftware, die dem Schüler individuelles Feedback gibt, positiv hervorgehoben. Kritisiert wurden dagegen Phasen, in denen neue

Software eingeführt wurde. In diesen Phasen fühlten sich die Schüler teilweise unter Druck gesetzt, das Lerntempo der Klasse einzuhalten, um alle Schritte zur Bedienung der Software verfolgen zu können. Besonders in der Anfangsphase kam es auf Seiten der Schüler zu Frustrationen und Verwirrung, wenn sie bei der Einführung neuer Schritte den Faden verloren. Hier wurde eine differenziertere, an die Fertigkeiten und das Lerntempo der Schüler angepasste Vorgehensweise gewünscht.

Bezüglich der inneren Seite des Unterrichts bestätigten die Schülergruppen den Eindruck der Lehrer, dass das Lernen selbständiger geworden sei. Dies bezieht sich vor allem auf den Umgang mit dem Computer. Darüber hinaus stellten sie fest, dass sie in Gruppenarbeitsphasen mehr Selbständigkeit erhielten, da sie sich selbst Themen wählten, die Arbeit untereinander organisieren, aufteilen und gemeinsam durchführen mussten und ihnen zum Teil freigestellt wurde, ob sie die Arbeit im Unterricht oder außerhalb der Unterrichtszeit erledigen. In der Regel wurde die Verschiebung hin zu mehr Selbständigkeit von den Schülern positiv beurteilt. Bemängelt wurde lediglich, dass die Arbeitsbelastung dadurch zugenommen habe.

Zur Veränderung der Schwierigkeit des Unterrichts zeigte sich ebenfalls ein widersprüchliches Meinungsbild. Viele Schüler hielten den Unterricht mit Laptops für einfacher und begründeten dies vor allem damit, dass der Laptop ihnen Arbeit abnähme. So würde ihnen z. B. das Schreiben, Rechnen, Konstruieren und teilweise auch das Zusammenarbeiten mit dem Laptop leichter fallen. Ein weiterer Grund für eine Vereinfachung wurde darin gesehen, dass sich das Unterrichtstempo verlangsamt hat (vgl. 8.1.2.4.2). Schließlich wurde der Unterricht auch deshalb als einfacher beschrieben, weil die Unterrichtsinhalte anschaulicher vermittelt wurden und das Lernen den Schülern mehr Spaß machte. In nahezu keiner der Schülergruppen blieb diese Meinung jedoch unwidersprochen. So waren in sechs Gruppen die Schüler der Ansicht, am Schwierigkeitsgrad des Unterrichts hätte sich eigentlich kaum etwas geändert. Die Laptops würden zwar ein weiteres Werkzeug darstellen, das jedoch das Niveau der schulischen Aufgaben weder steigern noch senken würde. In sieben Gruppen argumentierten einige Schüler schließlich, der Unterricht sei durch die Laptops auch schwieriger geworden und unterstützen damit den Eindruck der Lehrerinterviews. So wurde zum einen als zusätzliche Belastung empfunden, dass neben den fachlichen Inhalten auch der Umgang mit dem Computer gelernt werden musste. Dabei fiel einigen Schülern auch der Transfer von Fertigkeiten schwer. Der Laptop-Unterricht wurde weiterhin deshalb als schwieriger angesehen, weil die Schüler sich stärker selbst organisieren mussten und weil Computerprobleme als weitere Belastung zu inhaltlichen Schwierigkeiten hinzukamen.

Die Schülerinterviews bestätigen die Aussagen der Lehrer dahingehend, dass der Unterricht mit Laptops von der Mehrzahl der Schüler als interessanter als der Unterricht ohne Laptops eingestuft wurde. So sei der Unterricht mit Laptops sowohl, was das Material und die Inhalte, wie auch die Aufgaben und teilweise die Sozialformen angeht, abwechslungsreicher. Außerdem äußerte die Mehrheit der Schüler, dass ihnen der Unterricht allein durch die Tatsache mit dem Computer zu arbeiten mehr Spaß macht.

Einhellig und übereinstimmend mit den Lehrern berichteten die Schülergruppen, dass sie den Unterricht mit Laptops für anschaulicher hielten als ohne. Besonders von den Schülern der 9. Klasse wurden die Anwendungen in Geometrie gelobt, die den Zusammenhang von Formeln und Zeichnungen besser nachvollziehbar machten. Schüler der 7. und 8. Klasse in beiden Kohorten nannten außerdem Beispiele aus den Fächern Deutsch und Englisch, wo sie die Einbindung von zusätzlichem Bildmaterial und Videos, wie sie z. B. mit Encarta und Lernsoftware realisiert wird, besonders begeisterte. Die Nutzung der Laptops zur Gestaltung eigener Lernprodukte, z. B. des Grammatik-Archivs oder von Präsentationen erhöhte nach Meinung von Schülern in zwei Schülergruppen die Anschaulichkeit der vermittelten Inhalte. Es gab jedoch auch gegenteilige Wahrnehmungen, die von den Lehrern offenbar bisher nicht registriert worden sind. Diese beziehen sich vor allem auf das Fach Mathematik. So äußerten Schüler in drei Schülergruppen, dass es ihnen mit dem Laptop schwerer fiel, mathematische Zusammenhänge zu begreifen, da der Laptop die Rechenoperationen übernahm und sie Schwierigkeiten hatten, Rechenwege nachzuvollziehen, wenn sie sie nicht von Hand rechneten. Die Nutzung der Laptops hat für diese Schüler, die von sich sagten, mit dem Fach Mathematik ohnehin Probleme zu haben, den Unterricht eher abstrakter und weniger anschaulich gemacht. Sie bevorzugten deshalb einen Unterricht ohne Laptop in diesem Fach.

#### 8.1.2.2.3 Zusammenfassung Handlungsmuster

An den Handlungsmustern lässt sich eine Hinwendung zu einem konstruktivistischen Unterrichtskonzept erkennen. Auf der äußeren Seite zeigt sich, dass die Aufgabenstellungen offener und mitunter auch komplexer geworden sind, auf der inneren Seite ist damit ein höherer Anspruch, aber auch ein gesteigertes Schülerinteresse, eine Aktivierung der Schüler und (mit den von den Schülern genannten Einschränkungen im Fach Mathematik) auch eine höhere Anschaulichkeit verbunden. In den Fächern Deutsch und Englisch ist der Laptop häufig im Rahmen von Projektarbeit eingesetzt worden. Auch wenn nicht alle Lehrer und Schüler hierin eine grundsätzliche Veränderung ihres Unterrichts sehen, so überwiegt doch die Meinung, dass die Einführung der Laptops der Projektarbeit einen qualitativen Schub gegeben hat, da

den Schülern mehr Material zur Verfügung gestellt werden kann und die elektronische Modifizierbarkeit digitaler Produkte einen gemeinsamen Arbeitsprozess in der Gruppe unterstützt. Dies sind Erfahrungen, die von zahlreichen Lehrern und Schülern berichtet wurden. Dabei gab es in den Interviews deutliche Unterschiede darin, wie viele Freiheiten die Lehrer den Schülern zubilligten und wie leicht es ihnen fiel, konstruktivistische Handlungsmuster in den Unterricht einzubauen. Vor diesem Hintergrund ist auch die Tatsache zu sehen, dass die Schüler keine Veränderung ihrer Selbstbestimmung im Hinblick auf das Arbeitstempo feststellen konnten. Die Individualisierung des Arbeitstempos scheint, zumindest im ersten Projektjahr gering zu sein, da besonders zu Beginn des Projekts Phasen mit starker Vorstrukturierung durch den Lehrer häufig vorkommen. Lernprogramme, die eine Individualisierung des Arbeitstempos erlauben, werden vornehmlich außerhalb des Unterrichts eingesetzt und auch individualisierte Projektarbeit scheint in den meisten Kohorten erst im zweiten Jahr verstärkt eingesetzt zu werden.

In welchem Ausmaß kommt den Laptops für die genannten Veränderungen nun ursächliche Funktion zu? Auch hier ist sicherlich auf eine Verzahnung der Möglichkeiten, die die technischen Geräte bieten, mit den kontextuellen Rahmenbedingungen hinzuweisen: Die Aktivierung der Schüler, differenzierte Förderung und Individualisierung sowie kooperatives Arbeiten an komplexen Problemen gehören zu den didaktischen Zielvorstellungen des Laptop-Projekts. Insofern haben sich die Lehrer in vorbereitenden und begleitenden Schulungen und Diskussionen mit diesen Handlungsmustern auseinandergesetzt und sind ermutigt worden, diese verstärkt in ihren Unterricht zu integrieren. Von verschiedenen Lehrern wurde in diesem Zusammenhang auch geäußert, dass sie sich am Vorbild ihrer Kollegen orientieren und von den Erfahrungen, die andere Lehrer in dem Projekt machten, angeregt wurden, neue Unterrichtsmuster zu erproben. Die beobachtete Veränderung nur auf die Laptops zurückzuführen, würde deshalb sicher zu kurz greifen. Eine ursächliche Funktion kommt den Laptops dennoch insofern zu, als dass, wie oben bereits ausgeführt, die Integration der Laptops die Anwendung bestimmter Handlungsmuster vereinfacht, so dass die Lehrer von den direkt spürbaren Erfolgen darin bestärkt werden, diese häufiger in ihrem Unterricht einzusetzen.

### *8.1.2.3 Rollenverständnis*

Der Lehrer tritt im konstruktivistischen Unterricht nicht als Wissensvermittler auf, sondern übernimmt in erster Linie eine unterstützende Funktion im Lernprozess der Schüler. Er stellt Lerngelegenheiten zur Verfügung, die von den Schülern verlangen, ihren Lernprozess aktiv und selbständig zu steuern. Typisch für den konstruktivistischen Unterricht ist auch, das



Lehrer und Schüler zu gemeinsam Lernenden werden. Für die Analyse der Lehrer- und Schülerrolle wurden die Kategorien *Lernberater*, *Aufbrechen traditioneller Unterrichtsformen* und *Lehrer als Lernender* herangezogen.

#### 8.1.2.3.1 Perspektive der Lehrer zum Rollenverständnis

Übereinstimmend und über verschiedene Fächer hinweg wurde von der Mehrheit der Lehrer wahrgenommen, dass das Unterrichten mit Laptops für sie zu einem Aufbrechen ihres Unterrichts beigetragen hat (vgl. Tab. 26). So gaben verschiedene Lehrer an, dass sie den Schülern im Laptopunterricht mehr Freiräume ließen, um sich auszutauschen oder um spontan ihren Platz zu verlassen, damit sie anderen Schülern bei technischen Problemen helfen können. Die Mehrzahl der Lehrer machte die Beobachtung, sich im Unterricht mit Laptops zumindest phasenweise stark zurücknehmen zu können. Ihre Rolle bestand dann vor allem in der individuellen Betreuung einzelner Schüler und Schülergruppen. Diese Phasen wurden vielfach als Entlastung empfunden. Fünf der befragten Lehrer äußerten in diesem Zusammenhang auch, dass sich ihre Rolle von der des Wissensvermittlers hin zum Mit-Lernenden verschoben hätte, wobei sich diese Beobachtung in erster Linie auf den Bereich der Computerkenntnisse, weniger auf inhaltliche Fragen bezog. Etwas weniger als ein Drittel der Lehrer nahmen jedoch keine grundsätzliche Öffnung ihres Unterrichtsstils wahr. Diese Lehrer empfanden zumindest in der Anfangsphase des Projekts eine stark Lenkung und Steuerung des Unterrichts als zweckmäßig, um die für Lehrer und Schüler neue und ungewohnte Unterrichtssituation mit Laptops besser im Griff zu haben.

Code-Nr. des Lehrers	1	2	3	4	1	5	6	2	3	4	1	6	7	8	7	9	1	1	1	1	1	9	1	1	7	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1			
Zeitpunkt	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
Fach	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E		
Kohorte	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	
Lehrerrolle																																								
Lernberater	+	+	+	-	+	+	N	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Aufbrechen traditioneller Unterrichtsformen	+		+	-	+	+	N	N		N	+	+	+	+			N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lehrer als Lernender										N	+	+					+	+							N		+												+	+

Tab. 26: Aussagen der Lehrer zum Rollenverständnis (Legende s. Tab. 23)

So wurde mehrfach geäußert, dass in Phasen, in denen neue Software bzw. neue Funktionen eingeführt wurden, ein lehrerzentrierter Unterricht die effektivste Unterrichtsform darstellte und der Unterricht sich damit teilweise sogar eher in Richtung Lehrerzentrierung verschoben

hätte. Mit zunehmender Sicherheit wurde allerdings eine Öffnung des Unterrichts erwartet und hat sich für einige Lehrer auch im weiteren Projektverlauf bestätigt.

Andere Lehrer, die keine Veränderung ihres Unterrichts durch die Laptops sahen, begründeten dies damit, dass sie sich auch ohne Laptops bemühten, von konventionellen Unterrichtsformen abzurücken. Sie waren sich allerdings darin einig, dass die Laptops ein hilfreiches Werkzeug für einen stärker schülerzentrierten Unterricht darstellten. Auf diese lehrerspezifischen Unterschiede wird in der typologischen Analyse (vgl. 8.2) ausführlicher eingegangen.

#### 8.1.2.3.2 Perspektive der Schüler zum Rollenverständnis

Die Schüler bestätigen, dass sich der Unterricht, wenn mit Laptops gearbeitet wird, häufig in Richtung eines eher schülerzentrierten Unterrichts verschiebt. Der Lehrer würde weniger häufig „vorne stehen“ und die Schüler würden sich insbesondere die technische Handhabung der Geräte mit den Lehrern gemeinsam erarbeiten, anstatt sie von ihnen zu erlernen. Die Schüler bestätigen, dass der Lehrer auf dem Gebiet der Computerkenntnisse zumindest teilweise zum Mitlernenden wird. Ebenfalls positiv beurteilt wird von vielen Schülern, dass der Unterricht sich insofern öffnet, als dass die Schüler ihren Platz verlassen dürfen, um anderen zu helfen oder um ihre Mitschüler bei Problemen um Rat zu fragen.

Code-Nr. der Schulklasse	1	2	1	2	3	4	5	6	2	3	4	5	1	1	2
Zeitpunkt	T 1	T 1	T 1	T 1	T 1	T 2	T 2	T 2	T 3	T 3	T 3	T 3	T 4	T 4	T 4
Kohorte	K 1	K 1	K 1	K 1	K 2	K 2	K 2	K 3	K 1	K 2	K 2	K 2	K 1	K 1	K 1
Klassenstufe	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9
<b>Lehrer-/Schülerzentrierung</b>															
Lernberater				+								+	+/-	+	
Aufbrechen traditioneller Unterrichtsformen	+	+/-	+/-							+			+	N/+	
Lehrer als Lernender	+	+/-	+/-	+		+	+/-	+	+/-		+/-			+	-

Tab.28: Aussagen der Schüler zum Rollenverständnis (Legende s. Tab. 24)

Von diesen allgemeinen Äußerungen abgesehen, bewerteten die Schüler das Verhalten ihrer Lehrer sehr differenziert und kritisierten auch das Verhalten einiger Lehrer. Besonders häufig wurde bemängelt, dass einigen Lehrern die erforderliche Sicherheit und Souveränität im Umgang mit dem Computer fehlte. Nach Beobachtung der Schüler blieb der Unterricht bei solchen Lehrern eher lehrerzentriert, da sie weder zuließen, dass die Schüler eigene Alternativen zu den eingeführten Routinen einbrachten, noch dass sie im Unterricht den Platz wechselten, um ihren Klassenkameraden zu helfen. Auch hatten sie bei diesen Lehrern den Eindruck, dass es ihnen eher unangenehm war, wenn sie sich von Schülern belehren lassen mussten. Entsprechend beschrieben die Schülergruppen auch unterschiedlich, ob und wie sich ihr Verhältnis zum Lehrer geändert hat. Drei Schülergruppen aus unterschiedlichen Klassen

waren der Meinung, sie kämen mit den Lehrern besser aus, wobei sie die Ursache hierfür vor allem im gemeinsamen Lösen von Problemen und der individuellen Betreuung, die sie im Laptopunterricht erhielten, sahen. Zahlreiche Schülergruppen aus anderen Klassen dagegen nahmen die Lehrer als sehr angespannt wahr. Eine Gruppe äußerte direkt den Eindruck, das Verhältnis zu den Lehrern hätte sich durch die Einführung der Laptops verschlechtert. Eine Gruppe aus einer weiteren Klasse gab an, der Kontakt zum Lehrer hätte dadurch abgenommen, dass die Schüler stärker individuell arbeiteten und weniger im Klassenverband.

Insgesamt wurden die Lehrer nahezu von allen Schülergruppen im Laptopunterricht als strenger als im sonstigen Unterricht beschrieben. Die Ursache hierfür wurde zum einen in der o. g. Unsicherheit der Lehrer beim Umgang mit dem Computer vermutet. Weiterhin empfanden viele Schüler das Durchsetzen der Regeln zur Laptopnutzung als zusätzliche Disziplinierung und wünschten sich einen lockereren Umgang mit den Regeln. Beim Vergleich von Kohorten und Befragungszeitpunkten ist kein eindeutiges Muster in den Aussagen erkennbar. So werden die genannten Veränderungen und Probleme in beiden befragten Kohorten und sowohl in der Anfangszeit wie auch zu fortgeschrittenen Projektzeitpunkten benannt.

#### 8.1.2.3.3 Zusammenfassung Rollenverständnis

Auffällig ist bei den Äußerungen zur Lehrer- und Schülerrolle, dass die Abwendung von einem traditionellen Rollenverständnis in den meisten Fällen erst im zweiten Projektjahr einsetzte. In der Einführungsphase wurde dagegen mitunter sogar ein gegenläufiges Verhalten, d. h. eine stärkere Lehrerlenkung beobachtet. Die Schülerinterviews machen deutlich, dass die Veränderung des Rollenverständnisses darüber hinaus stark von der jeweiligen Lehrerpersönlichkeit und der Sicherheit des Lehrers im Umgang mit dem Computer abhängt.

Wenn die Lehrer eine Veränderung ihrer Rolle wahrnehmen, wird diese direkt an die Einführung der Laptops gekoppelt. Die Nutzung von Laptops löst im Unterricht zahlreiche computerbedingte Fragen und Probleme bei den Schülern aus, die in einer lehrgesteuerten Unterrichtsstruktur kaum zentral vom Lehrer beantwortet werden können. Der Lehrer wird dadurch gezwungen zuzulassen, dass die Schüler voneinander und miteinander lernen, ohne dass er jede Interaktion steuert. Hinzu kommt, dass es in jeder Klasse einige Schüler gibt, die sich im Umgang mit dem Computer sehr sicher sind und ihren Klassenkameraden bei Problemen spontan zur Hilfe eilen, was die Auflösung einer auf den Lehrer ausgerichteten Unterrichtsstruktur zusätzlich unterstützt. Auch haben viele Lehrer das Gefühl, die Fülle von Optionen, die der Umgang mit dem Computer bietet, im Unterricht nicht lehrgesteuert vermitteln zu

können. Sie setzen deshalb zunehmend auf die Selbständigkeit der Schüler beim Erwerb von Computerkompetenz.

Die Mehrheit der Lehrer trennten in ihrer Rollenwahrnehmung die Computerkompetenz von der fachinhaltlichen Ebene. Dort zeigt sich in den meisten Fällen eine weitaus geringere Veränderung. Bezogen auf die Fachinhalte sah sich die Mehrheit der Lehrer nach wie vor in der Rolle der Autorität, die durch die Existenz der Computer auch nicht infrage gestellt wurde. Insbesondere die Veränderung vom Lehrenden zum Mitlernenden bezog sich ausschließlich auf den Bereich Computerwissen. Dies belegen auch die Aussagen der Schüler. Inwieweit die Lehrer bereit sind, von ihrer Position als fachliche Autorität abzurücken, scheint wesentlich stärker von der jeweiligen Lehrerpersönlichkeit als vom Vorhandensein der Laptops abzuhängen (vgl. 8.2).

Schließlich soll noch darauf hingewiesen werden, dass die Abnahme der Lehrerlenkung auch mit den verwendeten Arbeitsformen zusammenhängt. Insbesondere Gruppen- und Projektarbeit ist beinahe grundsätzlich weniger lehrergesteuert als das gelenkte Unterrichtsgespräch. Da die Verstärkung von Teamwork und Projektarbeit in den Zielsetzungen des Laptop-Projekts verankert war, kann die hier beobachtete Veränderung nicht nur auf die Existenz der Laptops zurückgeführt werden, sondern hängt selbstverständlich auch mit diesen pädagogischen Rahmenbedingungen zusammen. Wie im Fall der Handlungsmuster gilt auch hier, dass die beobachtete Veränderung auf die Wechselwirkung von Rahmenbedingungen und Spezifität des Laptop-Unterrichts zurückgeführt werden muss.

#### *8.1.2.4 Lernziele und Lerninhalte*

Typisch für einen konstruktivistischen Unterricht sind Lernziele und Lerninhalte mit deutlichem Anwendungsbezug und einer Betonung von fachübergreifenden Kompetenzen, zum Beispiel der Fähigkeit, komplexe Zusammenhänge zu erfassen, Informationen zu strukturieren und Probleme in kreativer Weise zu lösen. Auch eine starke Schülerbeteiligung bei der Auswahl der Lerninhalte und Lernmethoden gehört zu den Charakteristika des konstruktivistischen Unterrichts (vgl. 2.3.3).

Nicht alle diese Aspekte wurden in den Interviews mit gleicher Häufigkeit angesprochen. In den Lehrerinterviews wurden allgemeine Einschätzungen zu Veränderungen von Lernzielen und Lerninhalten abgegeben. Bezüglich des Anwendungsbezugs und der genannten fächerübergreifenden Kompetenzen gab es vereinzelte Beobachtungen, von denen am relativ häufigsten eine Förderung des „Denkens in Strukturen“ genannt wurde. Der Aspekt „Mitbestimmung“ wurde direkt erfragt und deshalb häufiger angesprochen.

Von den Schülern wurden zu Veränderungen der Lernziele und Lerninhalte wenige Äußerungen gemacht, was vermutlich auch damit zusammenhängt, dass ihnen eine Vergleichsgrundlage fehlt, welche Lernziele und -inhalte „normalerweise“ durchgenommen werden. Auch das „strukturierende Denken“ wurde nur gelegentlich reflektiert, die diesbezüglichen Äußerungen wurden jedoch in die Analyse einbezogen, um sie den Beobachtungen und Vermutungen der Lehrer gegenüberzustellen. Der Aspekt der Mitbestimmung war für die Schüler eines der zentralen Themen und wurde in den Interviews relativ häufig diskutiert.

In die Analyse einbezogen wurde weiterhin die sowohl von den Lehrern als auch von den Schülern in zahlreichen Interviews gemachte Äußerung, dass im Laptop-Unterricht Zeit für die Vermittlung von Fachinhalten verloren gehe. Die Auswertung bezüglich der Veränderung von Lerninhalten und Lernzielen stützt sich also auf die Kategorien *neue curriculare Inhalte*, *Anwendungsbezug*, *strukturierendes Denken*, *Mitbestimmung* und *Zeitverlust*.

#### 8.1.2.4.1 Perspektive der Lehrer zu Lernzielen und Lerninhalten

Bezüglich der curricularen Inhalte überwiegt bei den Lehrern die Einschätzung, dass sich an den Lernzielen und Lerninhalten durch die Einführung der Laptops nichts Grundsätzliches verändert habe (vgl. Tab. 29).

Code-Nr. des Lehrers	1	2	3	4	1	5	6	2	3	4	1	6	7	8	7	9	1	1	1	1	1	9	1	1	7	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	8							
Zeitpunkt	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T						
Fach	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E						
Kohorte	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K						
Lernziele und Lerninhalte																																											
Neue curriculare Inhalte/Schwerpunkte		N		N	N	N	+	+	N				+	+	+		+	N	N	+	+	+	+			+	+		+	N				+		+	+	N					
Anwendungsbezug								N										+	+						+	+										+	+		+				
Strukturierendes/analytisches Denken		+			+	+	+	+				+		+						N	N	+	+							+						-	+		+				
Mitbestimmung						N		N	+	N	+	+						N	N		N	N	+	N	N	+	N	N	+	+						+			+	+			
Zeitverlust	-			-	N		+					+	-				-		-		N																-	-	-		-	-	N

Tab. 29: Aussagen der Lehrer zu Lernzielen und Lerninhalten (Legende s. Tab. 23)

Allerdings werden, besonders in den Fächern Mathematik und Englisch neue Schwerpunktssetzungen festgestellt. In Mathematik bezieht sich diese Beobachtung auf die durch die

Nutzung des Programms *Excel* bedingte Einführung komplexerer Rechenverfahren (z. B. Tilgungspläne) im Rahmen der Zinsrechnung in der Klasse 7. In Klasse 7 und 8 habe die Möglichkeit, geometrische Zusammenhänge mit Programmen wie *Euklid* und *Geonet* dynamisch zu visualisieren, zu einer Verschiebung bei den behandelten Fragestellungen geführt. Dabei wurde besonders im Fach Mathematik hervorgehoben, dass durch die Integration neuer Programme auch der Anwendungsbezug der behandelten Inhalte gestiegen sei. Im Fach Englisch wurde von den meisten Lehrern erst im zweiten Projektjahr eine Veränderung der Lernziele und Lerninhalte berichtet, die mit der Nutzung des Internet, das in Klasse 8 eingeführt wird, in Verbindung gebracht wurde. Das Lernen mit Laptops wurde hier als gewinnbringend für die Erweiterung der curricularen Inhalte gesehen, da die Möglichkeiten der Internetrecherche vielfältiges Ergänzungsmaterial zur Verfügung stellten, mit dem die Lehrbuchinhalte um authentisches Material erweitert, aktualisiert und den speziellen Interessen der Schüler angepasst werden könnten. Im Fach Deutsch gab es dagegen nur einzelne Beobachtungen, die sich ebenfalls auf die Erweiterung der behandelten Inhalte durch elektronische Recherchemöglichkeiten und auf das elektronische Überarbeiten von Texten bezogen. Ein gesteigerter Anwendungsbezug wurde in diesem Fach nicht beobachtet. Es überwog die Einschätzung, dass mit der Einführung der Laptops keine neuen Lerninhalte und Lernziele hinzugekommen sind.

Verschiedene Lehrer beobachteten ein strukturierteres Lernen bei den Schülern. Hinter dieser Beobachtung verbargen sich unterschiedliche Auffassungen, wie „strukturiertes“ Vorgehen durch den Computer gefördert wird. Ein Lehrer in der Anfangsphase war der Ansicht, dass die relativ starren Abfolgen von Eingaben und Prozeduren am Computer für die Schüler eine Art äußeres Gerüst darstellten, das ihnen hilft, die Regelmäßigkeit von Abläufen zu verstehen. In der Folge könne dies ein systematisches und geplantes Arbeitsverhalten fördern. Von Lehrern der Fächer Deutsch und Englisch wurde strukturiertes Vorgehen besonders auf den Umgang mit Informationen bezogen. Angesichts der beachtlichen Menge an Daten, die die Schüler im Laufe des Projekts auf ihren Computern sammelten, wurde offenbar, wie wichtig es ist, dass die Schüler sich ein System anlegten, in dem sie die Daten auch zu einem späteren Zeitpunkt noch wiederfinden können. In verschiedenen Projekten sei mit den Schülern geübt worden, wie Informationen archiviert und Datenstrukturen angelegt werden können. Im zweiten Projektjahr wurde beobachtet, dass die Schüler zunehmend gelernt hatten, die Strukturierungsmöglichkeiten, die der Laptop bietet, auch selbständig zu nutzen, und so beim Arbeiten mit Informationen zu besseren Ergebnissen gelangten. Im Fach Mathematik helfe der Laptop den Schülern, sich Aufgabenstrukturen klar zu machen und mathematische Prob-

leme im Vorwege zu durchdenken. Es waren jedoch nicht alle Lehrer dieser Ansicht. So stellte ein Lehrer fest, dass einige Schüler nach wie vor Probleme damit hätten, Dateistrukturen zu organisieren. Der Laptop böte hier zwar theoretisch einen Vorteil, praktisch sei es aber häufig schwierig, diese Kompetenzen im Unterricht zu vermitteln.

Die Äußerungen zur Mitbestimmung der Schüler im Unterricht sind dagegen eher verhalten. Die vorherrschende Meinung hierzu war in allen Fächern, dass sich die Schüler im Laptop-Unterricht kaum stärker inhaltlich oder formal an der Unterrichtsgestaltung beteiligen könnten als im regulären Unterricht. Möglichkeiten zur Mitbestimmung beschränkten sich darauf, dass den Schülern verschiedene Optionen bezüglich Unterrichtsthemen, Medien oder Arbeitsformen zur Wahl gestellt wurden, wobei diese Optionen in der Regel vom Lehrer vorgegeben und nicht von den Schülern eingebracht wurden. Die Schüler brachten sich, wie im traditionellen Unterricht auch, durch Nachfragen und Bedarf nach zusätzlichen Erklärungen inhaltlich ein. Während einige Lehrer die Mitbestimmung der Schüler in ihrem Unterricht generell niedrig einschätzten, gaben andere an, den Schülern auch im regulären Unterricht ein gewisses Maß an Mitbestimmung einzuräumen. In beiden Fällen hat sich am Grad der Mitbestimmung durch die Laptops nichts verändert. Das dahinterliegende Unterrichtsmuster ist aber grundsätzlich verschieden. Auf diese unterschiedlichen Muster wird im Rahmen der typologischen Analyse (Abschnitt 8.2) eingegangen.

Interessant ist im Zusammenhang mit der Veränderung von Lernzielen und Lerninhalten schließlich der Aspekt der Ausnutzung von Unterrichtszeit. Zahlreiche Lehrer (besonders im Fach Englisch) bemängelten, dass durch die Einführung der Laptops Zeit für die Vermittlung von Fachinhalten verloren gegangen sei. Dies wurde damit begründet, dass in der regulären Unterrichtszeit zusätzlich zu den curricularen Inhalten auch noch Computerwissen vermittelt werden müsse. Darüber hinaus habe sich der Anteil der effektiv nutzbaren Unterrichtszeit durch technikbedingte Störungen verringert. Auch hier gibt es abweichende Bewertungen dieses Sachverhalts. Während er von einigen Lehrern stark problematisiert wurde, sahen andere durch die Möglichkeit, exemplarische Inhalte aus dem Lehrplan auszuwählen, keine Schwierigkeiten.

#### 8.1.2.4.2 Perspektive der Schüler zu Lernzielen und Lerninhalten

Die Aussagen der Schüler bestätigen im Großen und Ganzen die Beobachtungen der Lehrer, wobei auffällt, dass die Schüler über Lernziele und Lerninhalte deutlich weniger berichten als ihre Lehrer.

Code-Nr. der Schulklasse	1	2	1	2	3	4	5	6	2	3	4	5	1	1	2
Zeitpunkt	T 1	T 1	T 1	T 1	T 1	T 2	T 2	T 2	T 3	T 3	T 3	T 3	T 4	T 4	T 4
Kohorte	K 1	K 1	K 1	K 1	K 2	K 2	K 2	K 3	K 1	K 2	K 2	K 2	K 1	K 1	K 1
Klassenstufe	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9
<b>Lernziele und Lerninhalte</b>															
Strukturierendes/analysierendes Denken				-			+	+		+				+/-	+
Mitbestimmung		-		-		+	N/-	N	+/-	+/-	N	+	+/-	N/-	+
Zeitverlust	-	-		-	-	N	+/-	-	-	-		-		N	

Tab. 30: Aussagen der Schüler zu Lernzielen und Lerninhalten (Legende s. Tab. 24)

Die Aussagen der Lehrer zum strukturierenden bzw. analytischen Denken werden in den Schülerinterviews vor allem in Bezug auf den Umgang mit Information, die mithilfe elektronischer Quellen recherchiert wird, bestätigt. Zahlreiche Schüler lobten die Arbeit mit dem Internet und beschrieben, wie sie elektronische Quellen erfolgreich nutzten, um Informationen für Arbeitsaufträge zu finden. Dabei bezogen sie sich auch positiv auf den Unterricht, in dem sie die dazu notwendigen Kompetenzen zur Strukturierung und Analyse von Information vermittelt bekommen haben. Zwiespältig wurde dagegen die Organisation der eigenen Lernergebnisse beschrieben. Die Beobachtung, dass der Computer gewinnbringend für die Organisation und Strukturierung der behandelten Lerninhalte genutzt wurde, hält sich die Waage mit kritischen Äußerungen anderer Schüler, dass jene Probleme hatten, eine sinnvolle Ordnerstruktur auf ihren Geräten anzulegen und dazu von den Lehrern auch nicht genügend Unterstützung erhielten. Für den Bereich des strukturierenden, analytischen Denkens liegen so wenige Einzelbeobachtungen vor, dass verallgemeinernde Aussagen kaum möglich sind. Insgesamt wird der eher positive Eindruck zum strukturierenden Denken, der in den Lehrerinterviews geäußert wurde, in den Schülerinterviews nur zum Teil bestätigt.

Die Aussagen zur Mitbestimmung bestätigen dagegen die Ergebnisse der Lehrerinterviews. Es überwiegt die Einschätzung, dass die Schüler sich an der Unterrichtsgestaltung nur sehr begrenzt beteiligen können und dass sich daran auch durch die Laptops nichts verändert hat. Möglichkeiten zur Mitbestimmung wurden dahingehend beschrieben, dass die Schüler eines von verschiedenen vorgegebenen Themen für eine Projektarbeit wählen konnten, dass bezüglich der Arbeitsform, des Mediums (Heft oder Laptop) oder des genutzten Programms Freiräume gelassen wurden oder dass auf Wunsch der Schüler bestimmte Programmfunktionen im Unterricht eingeführt wurden (vgl. auch die Äußerungen zur Selbständigkeit unter 8.1.2.2.2). Auffällig ist, dass die Mitbestimmungsmöglichkeiten durchgängig positiv von den Schülern beurteilt wurden. Einzelne Lehrer wurden hier von vielen Schülern gelobt, während



andere, die den Schülern eine Mitbestimmung versagten, stark kritisiert wurden. Dies gilt besonders für den Umgang mit dem Computer und software-technischen Fragen, wo den Schülern die Einschränkungen, die ihnen von einigen Lehrern auferlegt wurden, wenig einsichtig waren.

Auch in bezug auf das Unterrichtstempo decken sich die Aussagen der Schüler mit denen der Lehrer. In den ersten beiden Projektjahren wurde von den befragten Kohorten übereinstimmend als augenfälligste Veränderung angegeben, dass der Unterricht unruhiger und weniger geordnet verlief und dass das Unterrichtstempo gedrosselt wurde. Der Unterrichtsablauf wurde als zu langsam und stockend kritisiert, was zur Ablenkung der Schüler beigetragen habe. Die Schüler sahen verschiedene Gründe für die Verlangsamung des Unterrichtstempos und den unruhigeren Verlauf von Unterrichtsstunden im ersten Projektjahr: Zum einen beobachteten sie, dass Arbeitsanweisungen im Laptopunterricht wesentlich häufiger wiederholt werden mussten als Arbeitsaufträge im traditionellen Unterricht bzw. dass das Erklären der Arbeitsaufträge im Vergleich zeitaufwendiger war, da viele technische Funktionen ganz neu eingeführt werden mussten. Es gab jedoch auch Schüler, die die Verlangsamung positiv bewerteten, da sie den Unterricht dadurch als einfacher empfanden. Das Unterrichtstempo scheint sich im dritten Projektjahr und in der zweiten Kohorte bereits im Verlauf des zweiten Projektjahrs zu normalisieren. Schüler aus vier verschiedenen Schülergruppen im zweiten und dritten Jahr gaben an, dass es kaum einen Unterschied im Unterrichtstempo zwischen Laptop- und Nicht-Laptopstunden gab.

#### 8.1.2.4.3 Zusammenfassung Lernziele und Lerninhalte

Zusammenfassend kann für den Bereich der Lernziele und Lerninhalte festgestellt werden, dass durch die Einführung der Laptops keine grundsätzliche Neu-Orientierung passiert ist. Die Interviewaussagen von Schülern und Lehrern bestätigen damit die neutrale Bewertung der Schüler im Fragebogen zur Mitbestimmung der Lerninhalte. Die Schüler begrüßen es zwar, wenn sie Möglichkeiten der inhaltlichen Mitbestimmung erhalten. Sie sind sich aber darüber bewusst, dass die Optionen, die sie erhalten, sich nach wie vor innerhalb des durch den Lehrer vorgegebenen Rahmens bewegen.

Die Hauptursache für die geringe Veränderung bei Lernzielen und Lerninhalten kann in den institutionellen Rahmenbedingungen gesehen werden. Die Lehrer des Laptop-Projekts waren bezüglich der Wahl von Lernzielen und Lerninhalten an den Lehrplan gebunden (vgl. 6.1.1). Dabei lastete zusätzlicher Druck auf ihnen, da die Laptopklassen in einem direkten Konkurrenzverhältnis zu ihren Parallelklassen, die auf konventionelle Weise unterrichtet wurden,

standen. Zahlreiche Äußerungen von Lehrern und Schülern belegen, dass zwischen den Klassen beständig Vergleiche gezogen wurden, bei denen besorgt festgestellt wurde, dass die Laptopschüler besonders in der Anfangszeit des Projekts im curricularen Inhalt langsamer voranschritten als die Nicht-Laptopschüler. Vor diesem Hintergrund sind auch die Aussagen der Lehrer und Schüler zu Zeitverlusten im Unterricht mit Laptops zu sehen. Innovationen vollzogen sich innerhalb des durch das Curriculum vorgegebenen Rahmens als neue Schwerpunktsetzungen, die in der Tendenz auf eine Veränderung zu einem eher konstruktivistischen Unterricht hindeuten (z. B. durch den stärkeren Einbezug authentischer Inhalte und Fragestellungen und einem Fokus auf Strukturierung und Analyse von Information). Diese Innovationen beschränken sich jedoch häufig auf inhaltlich eng umgrenzte Inhalte und Themenstellungen. Nur wenige Interviews deuten auf eine elementare Veränderung bei den Lernzielen und -inhalten hin. Insgesamt muss festgestellt werden, dass die kontextuellen Bedingungen einer Hinwendung zu konstruktivistischen Lernzielen und -inhalten eher abträglich waren.

#### 8.1.2.5 Laptop oder Computerraum?

Neben den direkten Äußerungen von Lehrern und Schülern zur Veränderung des Unterrichts geben auch die vergleichenden Bewertungen von Laptop und Computerraum darüber Aufschluss, welchen Stellenwert Laptops für eine Veränderung von Unterricht haben. Viele der befragten Lehrer und alle befragten Schüler hatten vor Beginn des Projekts bereits im Computerraum gearbeitet. Da es sich hierbei (zumindest finanziell) um eine wesentlich günstigere Form der Integration von Computern in den Unterricht handelt, ist es interessant zu erfahren, wo Lehrer und Schüler Vor- und Nachteile des Computerraums gegenüber dem Laptop sehen. In die Auswertung zu diesem Aspekt gingen Schüler- und Lehreräußerungen zur Kategorie *Laptop vs. Computerraum* ein.

##### 8.1.2.5.1 Perspektive der Lehrer zu Laptop vs. Computerraum

Insgesamt wurde die Arbeit mit Laptops deutlich positiver beurteilt als der Unterricht im Computerraum (vgl. Tab. 31). Dabei standen die Vollausrüstung und die Mobilität der Computer in der Argumentation der Lehrer im Vordergrund. Im Computerraum müsse aufgrund der nicht ausreichenden Anzahl von Computern in Gruppen gearbeitet werden. Dabei wurde die Erfahrung gemacht, dass sich Schüler, die sich besser mit Computern auskennen, in den Vordergrund drängen und die Zurückhaltenderen nicht zum Zuge kamen.

Das Laptop-Projekt trägt also aus Sicht der Lehrer zu einer gleichberechtigteren Gruppenarbeit und zu einer Förderung der individuellen Computerkompetenz bei.

<b>Code-Nr. des Lehrers</b>	1	2	3	4	1	5	6	2	3	4	1	6	7	8	7	9	1	1	1	1	1	9	1	1	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Zeitpunkt	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Fach	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
Kohorte	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
<b>Laptop oder Computerraum?</b>																																							
Mit Laptops lässt sich besser arbeiten als im Computerraum.	+	+		+	+	+	+	+	+	+					+	+	-	+	+	+	+				+														
									/	-																													

Tab. 31: Aussagen der Lehrer zur Frage „Laptop oder Computerraum?“ (Legende s. Tab. 23)

Als weniger effektiv wurde der Unterricht im Computerraum von vielen Lehrern deshalb empfunden, weil Tätigkeiten, die im Laptop-Projekt in die Hausaufgabe verlagert werden können (z. B. die Eingabe von Daten), im Computerraum während der Unterrichtszeit stattfinden müssen, und deshalb viele Fragestellungen im Computerraum nicht zufriedenstellend bearbeitet werden können. Besonders bei selbständiger Projektarbeit erweise sich als Nachteil, dass die Schüler nicht zuhause an der angefangenen Arbeit weiterarbeiten können. Deshalb nimmt diese im Computerraum mehr Zeit in Anspruch als im Laptop-Projekt. Schließlich wurde die mangelnde Zugänglichkeit der Computerräume kritisiert, die es erschwerte, eine kontinuierliche Unterrichtsreihe mit dem Computer zu planen. Demgegenüber wurde die ständige und flexible Verfügbarkeit des Laptop gelobt. Insbesondere langfristige Projekte, wie der Aufbau des Grammatikordners im Fach Englisch, an denen kontinuierlich über mehrere Jahre gearbeitet werden soll, ließen sich im Computerraum nicht verwirklichen. Ein Vorteil des Computerraums wurde darin gesehen, dass für die Schüler ein Besuch desselben etwas ganz besonderes sei. Die Lehrer machten die Erfahrung, dass die Schüler bei Projekten im Computerraum mehr Interesse und Engagement und eine größere Pünktlichkeit zeigten als im regulären Unterricht. Zwar wurde auch im Laptop-Projekt ein motivationaler Effekt beobachtet. Mit der zunehmenden Selbstverständlichkeit der Computernutzung hat dieser nach Meinung der Lehrer jedoch abgenommen. Andererseits gab ein Lehrer zu bedenken, dass technische Aspekte bei der Arbeit im Computerraum gegenüber inhaltlichen oft im Vordergrund ständen. Bei der Arbeit mit Laptops gäbe es aufgrund der Gewöhnung der Schüler an die Technik ein größeres Gleichgewicht von inhaltlichen und technischen Gesichtspunkten.

Weitere Vorteile, die am Computerraum gesehen wurden, waren eher logistischer Natur. Von einigen Mathematiklehrern wurde darauf hingewiesen, dass im Computerraum vielfältige fachspezifische Software zur Verfügung steht, während im Laptop-Projekt aus technischen Gründen (zumindest zum Zeitpunkt der Interviews) in erster Linie Anwendungssoftware eingesetzt wurde. Der Computerraum böte ihnen insofern mehr Möglichkeiten des Computereinsatzes. Drei Lehrer im zweiten Projektjahr nannten als weiteren Vorteil des Computerraums, dass Videovernetzung und Großbildprojektion es dort ermöglichen, Schülerarbeiten unkompliziert für die gesamte Klasse zu visualisieren. Dies vereinfache das gemeinsame Arbeiten an Aufgabenstellungen im Klassenverband und die frontale Präsentation von Schülerprojekten. In den Laptopklassen steht dagegen nur ein Fernsehmonitor für die Projektion zur Verfügung, der von den Schülern schlecht eingesehen werden kann.

#### 8.1.2.5.2 Perspektive der Schüler zu Laptop vs. Computerraum

Die Mehrheit der Schülergruppen äußerte übereinstimmend mit den Lehrern, dass sie den Laptop gegenüber dem Computerraum vorziehen (vgl. Tab. 32). Für die Schüler besteht der deutlichste Vorteil von Laptops in ihrer Flexibilität und Mobilität. Die Möglichkeit, überall und nahezu zu jeder Zeit mit dem Laptop arbeiten zu können, wurde als ein wesentlicher Vorteil gegenüber dem PC gesehen. So schöpften die Schüler diese Möglichkeit aus, indem sie sich in ihrer Freizeit trafen und mit anderen Klassenkameraden gemeinsam am Laptop Hausaufgaben erledigten. Auch das individuelle Eigentum der Geräte wurde als Vorteil gegenüber dem Computerraum angesprochen. So war es den Schülern wichtig, dass sie für den Datenbestand auf ihren Laptops selbst verantwortlich sind und die Kontrolle darüber haben.

Code-Nr. der Schulklasse	1	2	1	2	3	4	5	6	2	3	4	5	1	1	2
Zeitpunkt	T 1	T 1	T 1	T 1	T 1	T 2	T 2	T 2	T 3	T 3	T 3	T 3	T 4	T 4	T 4
Kohorte	K 1	K 1	K 1	K 1	K 2	K 2	K 2	K 3	K 1	K 2	K 2	K 2	K 1	K 1	K 1
Klassenstufe	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9
<b>Laptop oder Computerraum?</b>															
Mit Laptops lässt sich im großen und ganzen besser arbeiten als im Computerraum.	+/ N/ -					+/ -	+/ -	+					+		+

Tab. 32: Aussagen der Schüler zur Frage „Laptop oder Computerraum?“ (Legende s. Tab. 24)

Die von den Schülern genannten Nachteile der Laptops gegenüber dem Computerraum waren ebenfalls wie schon bei den Lehrern primär logistischer Art. Ein Thema, das in nahezu allen Interviews zur Sprache kam, war das hohe Gewicht der Laptops. Der Transport der Geräte war eines der Hauptprobleme, das am Projekt bemängelt wurde und in dem ein Nachteil

gegenüber dem Computerraum gesehen wurde. So klagten einige Schüler über Rückenschmerzen, die sie auf das gesteigerte Gewicht ihrer Schultaschen zurückführten. Auch stellte der tägliche Transport der Geräte im Rucksack oder auf dem Fahrrad ihrer Meinung nach eine potenzielle Ursache für Defekte am Laptop dar. Stationäre Computer im Computerraum seien in der Handhabung deutlich robuster und weniger anfällig, worin die Schülerinnen und Schüler einen Vorteil gegenüber dem Laptop sahen.

Weiterhin diskutierten die Schüler ergonomische Aspekte von Laptop und stationären Computern. So empfanden einige von ihnen die Handhabung der kleinen Tastatur und Bedienelemente als weniger komfortabel im Vergleich zu stationären Computern. Auch bei der Gruppenarbeit an einem Gerät habe der stationäre PC Vorteile, da alle Schüler bequem davor sitzen und jeder von dem großen Bildschirm und der praktischen Handhabung der externen Maus profitieren kann. Der Laptop würde sich für die Gruppenarbeit weniger gut eignen, da der Bildschirm zu klein und die Sitzhaltung unbequem sei.

#### 8.1.2.5.3 Zusammenfassung Laptop vs. Computerraum

Vollausstattung und flexibilisierte Nutzung einer Laptop-Initiative scheinen aus Sicht der Betroffenen spezifische Vorteile gegenüber der Arbeit im Computerraum zu bieten. Für die Lehrer tragen sie vor allem zu einer qualitativen Verbesserung auf didaktischer Ebene bei, da die Schüler besser individuell an schulischer Einzel- und Gruppenarbeit beteiligt werden können und die Unterrichtsorganisation sich besonders in Hinblick auf komplexe und längerfristige Arbeitsaufträge vereinfachen lässt. Auf diese Weise ermöglicht das Laptop-Projekt die Nutzung von Computern in einer Art und Weise, wie sie sich mit Computerräumen, die der phasenweisen Nutzung einer Vielzahl von Schulklassen vorbehalten sind, nicht realisieren lässt. Die logistischen Nachteile, die zum Zeitpunkt der Interviews an den Laptops kritisiert wurden (fehlendes Software-Angebot, Projektionsmöglichkeiten) sind demgegenüber nicht grundsätzlicher Art und sollten sich langfristig lösen lassen. Dabei mögen die genannten Mängel der Innovationsbereitschaft und dem Einfallsreichtum der Lehrer in diesem Projekt durchaus zuträglich gewesen sein. So würde die Möglichkeit einer Großbildprojektion u. U. die frontale Unterrichtssituation zementieren, die durch die Integration von Laptops überwunden werden sollte. Und auch der Mangel an fach- und themenspezifischer Lernsoftware förderte vielleicht gerade ein fächerübergreifendes Arbeiten und den Einsatz von Computern als kognitives Werkzeug auf der Grundlage von fachunspezifischer Anwendungssoftware.

Aus Schülersicht wird in bezug auf die Frage „Computerraum oder Laptop?“ die Anwendungsperspektive und die Bedeutung ganz praktischer Aspekte deutlich. So sehen zwar auch

sie Vorteile in der Mobilität der Computer. Gleichzeitig stellt das nach wie vor hohe Gewicht und die vergleichsweise große Defektanfälligkeit der Laptops für die Schüler eine zusätzliche Belastung dar, für die auf schulorganisatorischer Ebene nach Lösungen gesucht werden muss. Die Schülerinterviews weisen auch auf die Wichtigkeit ergonomischer Nachteile der kleinen tragbaren Geräte hin, die in der Diskussion um Laptops in der Schule nicht vernachlässigt werden sollten.

## 8.2 Typologische Analyse

### 8.2.1 Methode

Die typologische Analyse der Lehrerinterviews folgt methodisch dem Vorgehen, das Kluge (1999) zur empirisch begründeten Typenbildung vorschlägt. Das Verfahren besteht aus einem vierstufigen Konstruktionsprozess, der eine nachvollziehbare und systematische Typenbildung garantieren soll. Ausgehend von relevanten Vergleichsdimensionen, die im ersten Schritt erarbeitet werden, werden die Daten auf empirische Regelmäßigkeiten untersucht und ähnliche Fälle zu Gruppen zusammengefasst. Dabei sollte sich die Typenbildung zunächst auf wenige zentrale Merkmale konzentrieren. Die Kombination dieser Merkmale ergibt einen Merkmalsraum, in dem die verschiedenen Typen angeordnet werden. Kluge empfiehlt, den Merkmalsraum in Form einer Kreuztabelle darzustellen, um einen Überblick über alle theoretisch möglichen Merkmalskombinationen und die empirische Verteilung der Fälle zu erhalten. Im dritten Schritt werden die Fälle, die einer Merkmalskombination zugeordnet wurden, miteinander verglichen und mit den Fällen anderer Merkmalskombinationen kontrastiert. Dabei werden nun neben den zentralen Merkmalen weitere relevante Kategorien hinzugezogen. In diesem Schritt geht es darum, zu einer maximalen Homogenität der Fälle innerhalb eines Typus und zu einer maximalen Heterogenität zwischen den Typen zu gelangen. Dazu können Fälle Gruppen neu zugeordnet werden, denen sie ähnlicher sind, und ähnliche Gruppen zusammengefasst oder Gruppen weiter differenziert werden. Der letzte Schritt besteht in einer Charakterisierung der gebildeten Typen, bei der Prototypen beschrieben oder Idealtypen gebildet werden können. Im Rahmen der Charakterisierung der gebildeten Typen kann auch nochmals auf die Sinnzusammenhänge innerhalb der Fälle zurückgegriffen werden, um zu erklären, wie bestimmte Merkmale bzw. Verhaltensweisen zusammenhängen. Grundsätzlich plädiert Kluge für ein induktiv-deduktives Verfahren, d. h. dass bei jedem Schritt sowohl relevante theoretische Vorannahmen einfließen, die das Material strukturieren, als auch sich direkt aus dem Material ergebende Aspekte aufgenommen werden.

Das Verfahren von Kluge stellt einen allgemeinen Rahmen für die typologische Analyse zur Verfügung, innerhalb dessen unterschiedliche Auswertungsmethoden je nach ihrer Daten- und Gegenstandsangemessenheit kombiniert werden können. Es ist damit besser für die vorliegende Untersuchung geeignet als andere Verfahren mit einem wesentlich engeren Anwendungskontext, z. B. die Methode von Gerhard (1986), die speziell für die Analyse biographischer Interviews und Lebensverläufe entwickelt wurde, oder die Methode von Kuckartz (1988), deren Ziel eine Quantifizierung der Daten für eine clusteranalytische Auswertung ist.

Der erste Schritt, die Erarbeitung relevanter Vergleichsdimensionen, wurde bereits im Rahmen der vergleichenden Analyse der Interviews ausführlich beschrieben (vgl. 8.1). Die dort entwickelten Kategorien und die unter 8.2.1 beschriebene vergleichende Analyse bilden den Ausgangspunkt für eine erste grobe Einteilung der Interviews.

Bei der vergleichenden Analyse war aufgefallen, dass unterschiedliche Wahrnehmungen darüber bestanden, ob und in welcher Weise der Unterricht sich auf den verschiedenen Unterrichtsdimensionen durch die Integration der Laptops verändert hat. Die Dimensionen *Sozialform* und *Rollenverständnis* waren besonders aufschlussreich, weil sich hier zwei Gruppen gegenüberstanden, von denen die eine eine deutliche Veränderung wahrnahm, während die andere kaum einen Unterschied zu ihrem traditionellen Unterricht sah. Als erste zentrale Merkmalsdimension für die Typenbildung wurde deshalb der Aspekt *Unterrichtsveränderung* mit den Ausprägungen *keine Veränderung* und *Veränderung* bestimmt und die Interviews entsprechend in zwei Gruppen geteilt:

Unterrichtsveränderung			
keine Veränderung		Veränderung	
Lehrer 2, T1	Lehrer 8, T1	Lehrer 1, T1	Lehrer 10, T3
Lehrer 2, T3	Lehrer 12, T2	Lehrer 1, T2	Lehrer 11, T2
Lehrer 4, T2	Lehrer 13, T2	Lehrer 1, T4	Lehrer 11, T3
Lehrer 4, T3	Lehrer 18, T1	Lehrer 3, T1	Lehrer 14, T2
Lehrer 6, T3	Lehrer 18, T3	Lehrer 3, T3	Lehrer 15, T1
Lehrer 6, T4		Lehrer 5, T2	Lehrer 15, T3
		Lehrer 7, T1	Lehrer 16, T1
		Lehrer 7, T2	Lehrer 16, T3
		Lehrer 7, T4	Lehrer 17, T1
		Lehrer 9, T2	Lehrer 17, T3
		Lehrer 9, T3	Lehrer 19, T2
		Lehrer 10, T2	Lehrer 20, T2

Tab. 33: Erster Schritt zur Konstruktion des Merkmalsraums

Anschließend wurden die Fälle in den beiden Gruppen untereinander verglichen. Dabei zeigte sich, dass die Gruppen noch nicht sehr homogen waren. Als weiteres Vergleichsmerkmal wurde aufgrund von theoretischen Überlegungen die Dimension *Unterrichtsstil* eingeführt, die sich bereits in verschiedenen anderen Untersuchungen als wichtiger Faktor für die Art und Weise der Computer-Integration in den Unterricht erwiesen hat (vgl. Kap. 3 und 4). Die

Interviews wurden also noch einmal danach unterteilt, welche grundsätzliche Einstellung zu Lehren und Lernen die Lehrer äußerten, d. h. ob sie ohne Laptop einen eher lehrerzentrierten oder eher schülerzentrierten Unterrichtsstil praktizierten. Nun ergab sich folgende Aufteilung:

		Unterrichtsveränderung im Laptopunterricht	
		keine Veränderung	Veränderung
Unterrichtsstil im laptopfreien Unterricht	eher lehrerzentriert	Lehrer 4, T2 Lehrer 4, T3 Lehrer 12, T2 Lehrer 13, T2	Lehrer 1, T1 Lehrer 1, T2 Lehrer 1, T4 Lehrer 3, T1 Lehrer 3, T3 Lehrer 5, T2 Lehrer 7, T1 Lehrer 7, T2 Lehrer 7, T4 Lehrer 9, T2 Lehrer 9, T3 Lehrer 11, T2 Lehrer 11, T3 Lehrer 14, T2 Lehrer 15, T1 Lehrer 15, T3 Lehrer 17, T1 Lehrer 17, T3 Lehrer 16, T1 Lehrer 16, T3 Lehrer 19, T2 Lehrer 20, T2
	eher schülerzentriert	Lehrer 2, T1 Lehrer 2, T3 Lehrer 6, T3 Lehrer 6, T4	Lehrer 8, T1 Lehrer 18, T1 Lehrer 18, T3 Lehrer 10, T2 Lehrer 10, T3

Tab. 34: Zweiter Schritt zur Konstruktion des Merkmalsraums

Diese grobe Aufteilung der Fälle zeigt bereits, dass bis auf eine Ausnahme alle Lehrer, die eine Veränderung ihres Unterrichts berichteten, im laptopfreien Unterricht einen eher lehrerzentrierten Unterrichtsstil pflegten. Die Lehrer, die keine Veränderung ihres Unterrichtsstils berichteten, teilen sich dagegen in zwei nahezu gleich große Gruppen von Lehrern, die ihren Unterrichtsstil als eher lehrerzentriert bzw. eher schülerzentriert beschrieben.

Im Folgenden wurden die gebildeten Gruppen unter Zuhilfenahme weiterer Merkmale auf Homogenität der Fälle in einer Gruppe bzw. Heterogenität der Fälle zwischen den Gruppen geprüft. Dazu wurde in deduktiver Weise das in Kapitel 3.1 herausgearbeitete theoretische Idealbild zugrunde gelegt, das einen wechselseitigen Zusammenhang von Inhalt, Methode und Medium postuliert. Dieses wurde mit den Interviewtexten konfrontiert, wobei nicht nur die im Rahmen der vergleichenden Analyse entwickelten Dimensionen für die Analyse benutzt wurden, sondern nochmals auf die Rohdaten, d. h. die eigentlichen Interviewtexte zurückgegriffen wurde. Für jedes Interview wurde eine stichwortartige Zusammenfassung erstellt, in der die Hauptthemen des Textes exzerpiert wurden. Die Ausweitung der Analyse auf solche Exzerpte erschien deshalb sinnvoll, weil bereits die vergleichende Analyse gezeigt hatte, dass bezüglich der Lerninhalte und Handlungsmuster oberflächlich gesehen recht einheitliche Erfahrungen bestanden. In den Exzerpten wurden nun auch Begründungsmuster und Sinnzusammenhänge festgehalten, die über diese oberflächlichen Ähnlichkeiten hinausgehend die Grundlage der Typenkonstruktion bilden sollten. Besonders interessant war dabei die relativ große Gruppe der Lehrer, die eine Veränderung ihres Unterrichtsstils berichteten. Das Ziel der fallvergleichenden Analyse war es festzustellen, ob sich innerhalb dieser Gruppe



weitere Untergruppen voneinander abgrenzen ließen und welches Verhältnis bei diesen Typen zwischen Lerninhalten, Lernmethoden und Mediennutzung bestand. Die Homogenität der Gruppen wurde anhand der unterschiedlichen Begründungsmuster und der von den Lehrern hergestellten Beziehungen zwischen Lerninhalt, -methode und Mediennutzung geprüft und die Interviews entsprechend neu gruppiert. Die resultierende Verteilung ist in der folgenden Tabelle 35 dargestellt.

		Unterrichtsveränderung	
		keine Veränderung	Veränderung
Unterrichtsstil im laptopfreien Unterricht	eher lehrerzentriert	<b>Typ 1: Subsumption unter lehrerzentrierten Unterricht</b>  Lehrer 4, T2 Lehrer 4, T3 Lehrer 12, T2 Lehrer 13, T2	<b>Typ 2: Fokus auf Technik und Medienkompetenz</b>  Lehrer 1, T1      Lehrer 5, T2 Lehrer 1, T2      Lehrer 9, T2 Lehrer 3, T1      Lehrer 15, T1  <b>Typ 3: Curricular-inhaltlicher Fokus</b>  Lehrer 7, T1      Lehrer 11, T3 Lehrer 7, T2      Lehrer 14, T2 Lehrer 7, T4      Lehrer 15, T3 Lehrer 11, T2      Lehrer 19, T2  <b>Typ 4: Didaktisch-methodischer Fokus</b>  Lehrer 1, T4      Lehrer 16, T3 Lehrer 3, T3      Lehrer 17, T1 Lehrer 9, T3      Lehrer 17, T3 Lehrer 16, T1      Lehrer 20, T2
	eher schülerzentriert	<b>Typ 5: Konstruktivistische Integration</b>  Lehrer 2, T1      Lehrer 6, T4      Lehrer 10, T2 Lehrer 2, T3      Lehrer 8, T1      Lehrer 10, T3 Lehrer 6, T3      Lehrer 18, T1 Lehrer 18, T3	

Tab. 35: Übersicht über die gebildeten Integrationstypen

## 8.2.2 Ergebnisse

Aus den Interviews wurden fünf Typen der Computerintegration konstruiert, die im folgenden charakterisiert werden. Dabei wird für jeden Typ modellhaft dargestellt, in welchem Verhältnis Lerninhalt, Unterrichtsmethode und Medieneinsatz stehen.

### 8.2.2.1 Typ 1: Subsumption unter einen lehrergeleiteten Unterrichtsstil

In diese Gruppe fielen drei der zwanzig befragten Lehrer. Kennzeichnend für Lehrer dieses Typs ist, dass bezüglich der Unterrichtsdimensionen *Lernziele* und *-inhalte*, *Sozialformen*, und *Rollenverständnis* nur geringe oder keine Veränderungen berichtet wurden.

Die Lehrer, die diesem Typ zugeordnet wurden, verstehen sich primär als Wissensvermittler, deren Aufgabe es ist, den Schülern möglichst eindeutige Vorgaben und Arbeitsanweisungen

zu erteilen und den Unterricht zu lenken und zu strukturieren. An diesem Rollenverständnis hat sich auch im Laptop-Unterricht wenig geändert. Eine starke Lehrerzentrierung wird sowohl im Unterricht mit als auch ohne Laptop als hilfreich und notwendig angesehen, um einen reibungslosen Unterrichtsablauf zu garantieren.

Das typische Unterrichtsmuster, das Lehrer dieses Typs beschreiben, ist das gelenkte Unterrichtsgespräch, das durch Phasen von Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit unterbrochen wird. Der Frontalunterricht wird dabei als die wichtigste und häufigste Sozialform akzentuiert. Auch die anderen Sozialformen werden in der Regel durch den Lehrer vorstrukturiert und kontrolliert. Der Laptop wird bei diesem Integrationsstil als Arbeitsmedium in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeitsphasen genutzt, wobei keine grundsätzlichen Veränderungen bei Ablauf, Struktur oder Länge der Phasen beobachtet werden. Der Laptop scheint mehr oder weniger die Funktion von Arbeitsheft und Arbeitsbuch zu übernehmen. An der Phasierung insgesamt hat sich ebenfalls durch die Einführung der Laptops nichts verändert.

Bezüglich der Lerninhalte lehnen die Lehrer sich stark ans Curriculum an. Der Laptop wird hier teilweise eher als störend empfunden, da er die Erreichung der curricularen Lernziele behindert.

Lediglich auf der Dimension der Handlungsmuster werden eingeschränkt Veränderungen gesehen, z. B. dass Aufgaben komplexer oder experimenteller werden. Dies ist in der Regel auch der einzige Bereich, wo der Laptop positiv bewertet wird, da sich diese Art von Aufgabenstellung mit ihm gut realisieren lässt. Als Ursache für die Veränderung wird allerdings nicht das Medium gesehen, sondern Erfordernisse des Lehrplans bzw. der Lernstoff der jeweiligen Klassenstufe.

Auf die Frage nach Veränderungen werden vor allem unterrichtsorganisatorische Aspekte genannt, wobei im Vordergrund steht, dass mit dem Laptop ein weiteres Element im Unterricht hinzukommt, das der Lehrer unter Kontrolle halten muss. Der Laptop wird zwar von Lehrern dieser Gruppe weniger stark problematisiert als bei den Lehrern von Typ 2, es wird jedoch deutlich, dass in den Geräten eher ein Störfaktor als ein Hilfsmittel für die Unterrichtsgestaltung gesehen wird.

Die Laptops werden bei diesem Integrationsmuster also marginalisiert und unter den bestehenden lehrergeleiteten Stil subsumiert. Dies wird erreicht, indem die Geräte nur phasenweise und in identischer Form wie klassische Medien eingesetzt werden, z. B. als elektronisches Arbeitsheft, wobei Aufgabenstellungen, Sozialformen und Lerninhalte kaum verändert werden. Das Medium wird isoliert und entfaltet keine Wirkung auf Unterrichtsinhalte und -methoden (vgl. Abb. 16).

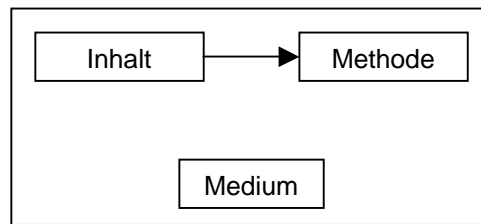


Abb. 16: Verhältnis von Inhalt, Methode und Medium bei Integrationstyp 1

Inhalt, Methode und Medium stehen bei Lehrern dieses Typs also nicht in dem von Heimann postulierten Wechselwirkungsverhältnis (vgl. 3.1). Bei Lehrern dieses Typs stehen Inhaltsentscheidungen klar vor Methodenentscheidungen, die beide vom Lehrer (in Abhängigkeit vom Lehrplan) getroffen werden. Medien haben bei diesem Ansatz lediglich den Stellenwert eines Hilfsmittels, das seinerseits jedoch keinen nennenswerten Einfluss auf Inhalte oder Methoden ausübt.

#### 8.2.2.2 Typ 2: Fokus auf Medienkompetenz und Technik

Die sechs Interviews, die dieser Gruppe zugeordnet wurden, gleichen sich darin, dass die Themen Medienkompetenz und Technik einen zentralen Stellenwert einnehmen. Die Lehrer dieser Gruppe nehmen diesbezüglich Veränderungen in ihrer Rolle, bei den Sozialformen und, mit Einschränkungen, bei den Handlungsmustern wahr.

So werden Veränderungen der Lehrerrolle hin zu einem Berater und Mit-Lernenden vorrangig auf den Bereich der Computerkompetenz bezogen. Hier wird den Schülern ein relativ großes Maß an Selbständigkeit zugebilligt, was aus der Erkenntnis resultiert, dass die Schüler Computerkompetenzen unproblematisch und schnell erwerben, ohne dass der Lehrer jeden Schritt vorstrukturiert. Den Schüler in die Rolle des Lehrenden zu versetzen, ergibt sich im Unterricht ebenfalls für diese Lehrer fast natürlich, da sie erkennen, dass die Schüler ihnen teilweise überlegen oder zumindest ebenbürtig bezüglich der Handhabungskompetenzen des Computers sind. Die Veränderung der Lehrer- und Schülerrolle wird von den Lehrern dieser Gruppe unmittelbar mit den Laptops bzw. der im Unterricht zu vermittelnden Medienkompetenz in Verbindung gebracht. Die fachliche Ebene wird von der Medienkompetenz jedoch streng getrennt. Hier sehen sich die Lehrer nach wie vor in der Rolle der Autorität.

Ähnlich verhält es sich auch mit den Sozialformen. Kooperatives Arbeiten wird betont, jedoch primär unter dem Aspekt, dass die Schüler einander beim Erwerb von Medienkompetenz unterstützen. Dies ergibt sich ebenfalls als eine logische Folge aus der Unterrichtssituation, da im Unterricht mit Laptops besonders in der Anfangsphase so viele

Probleme gleichzeitig auftauchen, dass diese in einer frontalen Unterrichtssituation kaum gelöst werden können. Veränderungen der Sozialform passieren also nicht im Rahmen einer ganzheitlichen Veränderung der Unterrichtsmethodik, sondern stellen in den Augen der Lehrer dieser Gruppe eher eine notwendige Anpassung an die Anforderung dar, Technik einzusetzen und Medienkompetenz zu schulen.

Die Arbeitsaufträge werden im Laptop-Unterricht von den Lehrern dieser Gruppe offener gestellt und lassen den Schülern bei der Realisierung mehr Freiheiten. Diese Veränderung der Handlungsmuster wird jedoch meist auf computertechnische Aspekte, z. B. Formatierungs- und Layoutfragen beschränkt. Wie bei den Sozialformen werden offene Aufgabenstellungen in diesem Bereich ebenfalls als didaktisch sinnvolle Anpassung zur Vermittlung von Computerkompetenz gesehen, da die zahlreichen Optionen, die der Computer anbietet, am besten spielerisch erkundet werden können. Eine lehrergesteuerte Vermittlung wird hier, mit Ausnahme der Einführungsphase, in der die Grundkompetenzen vermittelt werden, als nicht sinnvoll erachtet.

Bezüglich der Lernziele und Lerninhalte sehen die Lehrer dieser Gruppe als Neuerung, dass Computerkompetenzen im Unterricht mit vermittelt werden müssen. Dabei berichten sie Probleme, den Umgang mit dem Computer sinnvoll mit der Vermittlung von Fachinhalten zu verbinden. Hierin gleichen sie den Lehrern, die dem Typ 1 zugeordnet wurden. Anders als diese reiben sie jedoch stärker an diesem Widerspruch. Sie fühlen sich herausgefordert, fachinhaltlich sinnvolle Nutzungen des Computers zu entwickeln, sind aber der Meinung, dass ihnen dies nicht immer gelingt.

Auch die Erschwernis der Unterrichtsorganisation ist bei den Lehrern dieser Gruppe ein zentrales Thema. Der Unterricht mit Laptops wird in dieser Hinsicht ambivalent beurteilt. So werden die Öffnung des Unterrichts, die gesteigerte Kooperation und Selbständigkeit der Schüler positiv beurteilt. Gleichzeitig werden jedoch auch Probleme dieser Veränderungen betont, z. B. mangelnde Kontrollmöglichkeiten des Lehrers oder die gesteigerte Unterrichtslautstärke. Auch hieraus wird deutlich, dass die Lehrer dieser Gruppe nach wie vor ein lehrerzentriertes Unterrichtsmodell als Maßstab setzen, so dass sie die Veränderungen, die sich aus einer gesteigerten Schülerzentrierung ergeben, als konfliktbehaftet erleben. Gleichzeitig sind sie jedoch, wie die grundsätzlich positive Einschätzung der Veränderungen in der Unterrichtsmethodik belegt, zu einer Veränderung ihres Unterrichts bereit und stehen alternativen Unterrichtsmethoden aufgeschlossen gegenüber.

Die Lehrer dieser Gruppe sind mehrheitlich eher computer-unerfahren. Einige von ihnen beschreiben, dass die Einführung der Laptops sie zunächst verunsichert habe. Der Unterricht,

den sie in der Einführungsphase praktiziert haben, wird teilweise als stark lehrerzentriert charakterisiert, bevor mit zunehmender Sicherheit im Umgang mit dem Computer bei Schülern und Lehrern die oben berichteten Veränderungen eingetreten seien. In der Regel beschreiben die Lehrer, dass sie den Laptop kontinuierlich, zumindest jedoch über längere Phasen im Unterricht eingesetzt haben. Die Mehrheit der Interviews in dieser Gruppe beruht auf Erfahrungen im ersten Projektjahr.

Die Interaktion von Inhalt, Methode und Medium in dieser Gruppe wird also durch die Anforderung, Medien- bzw. Computerkompetenz im Unterricht lehren zu müssen, vermittelt. Damit kommt ein neuer, zentraler Unterrichtsgegenstand hinzu, der zum Auslöser für eine Veränderung der Unterrichtsmethoden wird (vgl. Abb. 17). Dabei wird das Verhältnis von Fachinhalt und Medienkompetenz als konfliktbehaftet erlebt, es werden jedoch Wege der sinnvollen Verknüpfung gesucht.

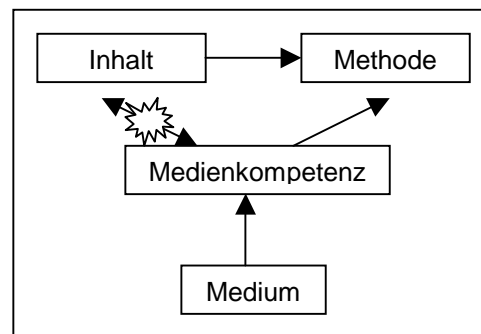


Abb. 17: Verhältnis von Inhalt, Methode und Medium bei Integrationstyp 2

### 8.2.2.3 Typ 3: Curricular-inhaltlicher Fokus

In den acht Interviews, die dieser Gruppe zugeordnet wurden, wird der Computer als Hilfsmittel zur Vermittlung curricularer Inhalte akzentuiert. Dieser Typ gleicht darin den Lehrern vom Typ 1. Anders als jene berichtet diese Gruppe jedoch eine Wirkung von Medien- auf Methodenentscheidungen. Sozialformen und Handlungsmuster werden in Abhängigkeit des genutzten Mediums verändert. Dabei wird eine verstärkte Nutzung schülerzentrierter Unterrichtsmethoden beim Einsatz der Laptops berichtet. Die Entscheidung über den Medieneinsatz hängt ihrerseits von den Lerninhalten ab, d. h. es wird grundsätzlich zunächst geprüft, ob ein (durch den Lehrplan vorgegebenes) Unterrichtsthema sich überhaupt für eine Vermittlung mit Laptop eignet. Lassen sich Unterrichtsinhalt und Computernutzung nicht miteinander vereinbaren, wird der Einsatz des Laptop verworfen. Daraus ergibt sich ein Muster von einander abwechselnden Laptop- und Nicht-Laptop-Phasen, die meist mit curricularen Unterrichtsreihen korrespondieren.

Die Veränderung der Lehrerrolle wird in dieser Gruppe vor allem vor dem Hintergrund des Methodeneinsatzes gesehen. So dominiert der Lehrer den Unterricht weniger, da er im Laptopunterricht häufiger Arbeitsformen einsetzt, bei denen er den Schülern individuell als Ansprechpartner und Berater zur Verfügung steht. Zum Mitlernenden wird er dabei nicht. Kommen solche Äußerungen vor, so beziehen sie sich wie bei Typ 2 auf computerspezifische Kenntnisse.

Die Veränderung von Sozialform und Handlungsmustern führen die Lehrer, die diesem Typ zugeordnet wurden, weniger auf das Medium an sich zurück, sie beruhen vielmehr auf bewussten didaktisch-methodischen Entscheidungen. Dabei suchen sie ausgehend vom curricularen Inhalt nach sinnvollen Nutzungen des Laptops und wählen dann entsprechende Sozialformen und Handlungsmuster aus. Der Laptop wird übereinstimmend als geeignetes Medium für Einzel- und Gruppenarbeit charakterisiert. Bei der Einzelarbeit biete der Laptop anderen Medien gegenüber Vorteile, weil sich Übungsphasen individualisiert und interessanter gestalten lassen. Auch experimentelles Lernen könne in solchen Phasen mit dem Laptop gut realisiert werden. An der Gruppenarbeit heben die Lehrer dieses Typs hervor, dass elektronisches Material allen Gruppenteilnehmern gleichzeitig zur Verfügung gestellt und die gemeinsame Arbeit an einem digitalen Produkt einfacher verwirklicht werden kann. Als Handlungsmuster akzentuieren die Lehrer in diesem Zusammenhang die Arbeit an Projekten.

Die Lehrer dieser Gruppe äußern sich besonders ausführlich dazu, wie der Laptop das fachliche Verständnis z. B. durch experimentelles Lernen an komplexen Problemsituationen, durch Alltagsnähe oder durch eine gesteigerte Anschaulichkeit verbessert. Entsprechend werden neue Schwerpunkte innerhalb der curricular vorgegebenen Lernziele und Lerninhalte gesucht, um dieses Potenzial des Computers zur Entfaltung zu bringen. Insofern wirkt das Medium auch bei diesen Lehrern begrenzt auf die fachlichen Inhalte zurück. Deutlich stärker beeinflusst aber der Lerninhalt die Medienwahl. Dabei orientieren sich die Lehrer stark an der zur Verfügung stehenden Software. Besonders bei den Mathematiklehrern, die dieser Gruppe zugeordnet wurden, fällt auf, dass sie die Entscheidung für oder gegen den Laptop primär daran knüpfen, ob ein geeignetes, qualitativ akzeptables Programm für die durch den Lehrplan vorgegebenen Unterrichtsthemen zur Verfügung steht. Lehrer der Fächer Deutsch und Englisch betonen dagegen die Eignung des Computers als Rechercheinstrument, so dass sich Lehrbuchinhalte erweitern lassen. Sie halten entsprechend den Laptopeinsatz in Phasen für sinnvoll, in denen thematische Exkurse im Curriculum vorgesehen sind.

Themen wie Unterrichtsorganisation und Medienkompetenz werden in den Interviews, die sich dieser Gruppe zuordnen lassen, weniger häufig betont. Da die Nutzung der Laptops bei

mangelnder Passung mit dem Curriculum verworfen wird, stellt die Verbindung von Computereinsatz und Fachinhalt ein weniger großes Problem dar. Einige Lehrer bemerken, dass der gesteigerte Zeitaufwand bei der Nutzung von Computern dazu führt, dass die fachlichen Inhalte nicht in gleichem Maße abgedeckt werden können, wie im laptopfreien Unterricht. Diesen Zeitaufwand sehen sie jedoch vor dem Hintergrund der qualitativen Verbesserung bei der Vermittlung von Lerninhalten als gerechtfertigt an.

Modellhaft lässt sich das Zusammenwirken von Inhalt, Methode und Medium wie in Abb. 18 dargestellt veranschaulichen.

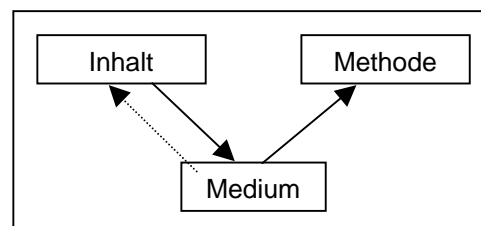


Abb. 18: Verhältnis von Inhalt, Methode und Medium bei Integrationstyp 3

Ausgehend vom curricularen Inhalt wird entschieden, welches Medium für dessen Vermittlung geeignet ist. Da die Bereitschaft, den Laptop einzusetzen, grundsätzlich hoch ist, bevorzugen die Lehrer dieses Typs dabei, soweit dies im Curriculum vorgesehen ist, Inhalte, die sich gut mit den Laptops vermitteln lassen. Anschließend werden Methodenentscheidungen gefällt, wobei die Wahl einer jeweiligen Methode primär damit begründet wird, dass sie für das gewählte Medium angemessen ist.

#### 8.2.2.4 Typ 4: Didaktisch-methodischer Fokus

Die acht Interviews, die unter diese Gruppe fallen, lassen, anders als die Typen 2 und 3, einen ganzheitlichen Ansatz bei der Integration der Laptops erkennen. Typisch ist die Reflexion darüber, wie sich mit der Einführung der Laptops gleichzeitig Inhalte und Methoden verändern müssen und verändert haben. Die Lehrer dieser Gruppe betonen das Potenzial der Laptops, qualitative Verbesserungen des Unterrichts sowohl auf inhaltlicher wie auch auf methodischer Ebene zu bewirken.

Dies zeigt sich deutlich bei Sozialformen und Handlungsmustern. Die diesbezüglich getroffenen didaktischen Entscheidungen werden nicht, wie von den Lehrern des Typs 3, in erster Linie mit Blick auf den curricularen Lerninhalt, sondern aus der Möglichkeit einer qualitativen Verbesserung des Lernprozesses (z. B. die Überarbeitungsmöglichkeiten von Texten im Fach Deutsch) begründet. Medium, Lerninhalt und Methoden werden in ihrem

Zusammenspiel betrachtet, um eine Verbesserung des Lernens zu erreichen. Die Lehrer dieser Gruppe zeigen dabei eine größere Bereitschaft, von den curricular vorgegebenen Inhalten abzuweichen als die anderen Typen. Bezüglich der Lernmethoden sind sie für schülerzentrierte Arbeitsformen aufgeschlossen. Anders als die Lehrer des Typs 3 gibt die Mehrheit der Lehrer dieser Gruppe an, den Computer kontinuierlich im Unterricht eingesetzt zu haben. Auch in dieser Gruppe wird eine Veränderung der Lehrer- und Schülerrolle beobachtet. Die Laptops werden als Medium gesehen, das es vereinfacht, die Selbständigkeit und Schülerzentrierung im Unterricht zu erhöhen. Dies wird z. B. damit begründet, dass die Schüler bei Internetrecherchen einfacher eigene Themenstellungen verfolgen können oder dass sie stärker als im traditionellen Unterricht angeregt werden, eigene Lösungswege für Aufgabenstellungen zu finden. Anders als bei den zuvor charakterisierten Typen wird hier der Schüler und seine Befähigung zum eigenständigen Arbeiten ins Zentrum gerückt.

Die Mehrheit der Interviews, die dieser Gruppe zugeordnet wurden, entstammen dem zweiten und dritten Projektjahr. In diversen Fällen wurden frühere Interviews von Lehrern dieser Gruppe dem Typ 2 zugeordnet. Es zeichnet sich ab, dass besonders solchen Lehrern, die zunächst Medienkompetenz und Technik fokussieren und sich intensiv damit auseinandersetzen, wie deren Vermittlung gewinnbringend mit der Vermittlung curricularer Inhalte zusammengebracht werden kann, langfristig eine ganzheitliche didaktische Integration gelingt. Vergleicht man die Interviews der verschiedenen Zeitpunkte, zeigt sich, dass bei den Wechsler zu Beginn des Projekts technische Schwierigkeiten die vorhandene Bereitschaft zur Erprobung neuer Lehr- und Lernformen dämpfen. In den Interviews zum zweiten Zeitpunkt spielen technische Probleme demgegenüber eine untergeordnete Rolle und es wird ein kreativer Einsatz der Laptops erkennbar. Entsprechend beschreibt diese Gruppe in den Interviews die Unterrichtsorganisation als nunmehr größtenteils unproblematisch.

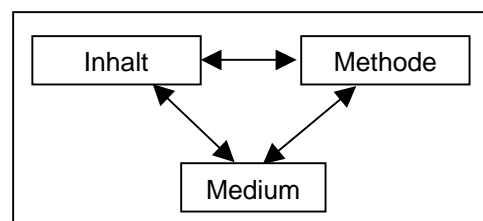


Abb. 19: Verhältnis von Inhalt, Methode und Medium bei Integrationstyp 4

Lerninhalt, Methode und Medium stehen bei den Lehrern, die dieser Gruppe zugeordnet wurden, also in dem Wechselverhältnis, das Schulz postuliert (vgl. Abb. 19). Dem Medium Laptop kommt dabei, ähnlich wie bei den Typen 2 und 3, eine auslösende Funktion für das Erproben konstruktivistischer Unterrichtsformen zu. Bleibt die Veränderung bei den Typen 2



und 3 jedoch eher oberflächlich an die Vermittlung technischer Kompetenzen bzw. ausgewählte curriculare Inhalte geknüpft, so zeigt sich in dieser Gruppe ein grundsätzliches Umdenken. Konstruktivistische Unterrichtsmethoden, die unter Zuhilfenahme des Computers realisiert werden können, werden als gewinnbringend zur Steigerung der Qualität des schulischen Lernens erlebt und verstärkt eingesetzt. Die Lehrer dieser Gruppe lassen eine tiefgreifende Veränderung ihres Unterrichts erkennen.

#### *8.2.2.5 Typ 5: Konstruktivistische Integration*

Diesem Typ wurden 9 Interviews zugeordnet. Diese Gruppe gleicht den Lehrern des Typs 4 darin, dass auch sie Methoden-, Inhalts- und Medienentscheidungen als Teile eines ganzheitlichen Gefüges betrachten. Die Entscheidung, den Laptop einzusetzen, ist für sie ebenfalls untrennbar mit Inhalts- und Methodenfragen verknüpft, wobei keinem der drei Entscheidungsfelder die Vorherrschaft eingeräumt, sondern eine gleichberechtigte Betrachtung angestrebt wird. Ähnlich wie beim Typ 4 ist ein zentrales Thema die Qualität des Lernprozesses, an deren beständiger Verbesserung die Lehrer dieser Gruppe interessiert sind. Schülerzentrierte und konstruktivistische Arbeitsformen werden als zentraler Bestandteil einer solchen Veränderung betrachtet.

Anders als die Lehrer des Typ 4, die angeben, durch die Einführung der Laptops ermutigt worden zu sein, ihr Methodenrepertoire insbesondere um schülerzentrierte Arbeitsformen zu erweitern, wird in den Interviews dieser Gruppe deutlich, dass die Lehrer auch vor der Einführung der Laptops bereits ein breites Spektrum an Unterrichtsmethoden eingesetzt haben. Auch der sichere und selbstverständliche Einsatz schülerzentrierter und konstruktivistischer Unterrichtsmethoden wurde von den Lehrern dieser Gruppe bereits vor dem Beginn des Projekts praktiziert.

Die Lehrer dieser Gruppe geben deshalb mehrheitlich an, dass sich durch den Einsatz der Laptops methodisch und inhaltlich wenig verändert habe. Dennoch sehen sie Vorteile in der Laptopnutzung, da der Laptop die Umsetzung schülerzentrierter und konstruktivistischer Unterrichtsmethoden vereinfacht und qualitative Vorteile für die Vermittlung von Lerninhalten bietet.

Auffällig an den Beschreibungen der Laptopnutzung dieser Gruppe ist, dass sie einen sehr kreativen Einsatz des Computers zeigen. Häufig entwickeln sie neue Nutzungsmöglichkeiten, die im weiteren Projektverlauf von anderen Lehrern übernommen werden. Die Lehrer dieser Gruppe können in Anlehnung an das Innovations-Diffusionsmodell von Dormant (1992, vgl. 4.3) als „Innovatoren“ gelten. Aus vielen Interviews spricht die Freude der Lehrer am Konzi-

pieren und Erproben neuer Lernformen. Dabei zeigen sie großes Selbstvertrauen. Im Gegensatz zu den in Kap. 4.3 referierten Studien kann dabei nicht bestätigt werden, dass dieses Selbstvertrauen in direkter Beziehung zur technischen Kompetenz der Lehrkräfte steht. In dieser Gruppe finden sich überwiegend Lehrer, die ihre technische Kompetenz als mittelmäßig einschätzen. Gleichzeitig verfügen sie aber über eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung, den Computer im Unterricht erfolgreich einsetzen und auftretende Probleme (auch mithilfe der Schüler) erfolgreich meistern zu können. Für einen innovativen Einsatz des Computers scheint die methodische Kompetenz und der Ideenreichtum zur Entwicklung neuer Lernformen wichtiger zu sein als eine ausgeprägte technische Handhabungskompetenz.

### 8.3 Zusammenfassung

Die vergleichende Analyse von Lehrer- und Schülerinterviews differenziert das Bild, das aufgrund der Fragebogenerhebung vom Unterricht gezeichnet werden konnte. Die Interviews zeigen, wie bei der Integration von Laptops die in Kapitel 4 charakterisierten Einflussfaktoren ineinander greifen und bestimmen, in welchem Maß die Integration von Laptops zu einer Veränderung der Unterrichtsmethoden führt.

Bildungspolitische Bedingungen wie die Orientierung am Lehrplan und die Aufrechterhaltung der Fächertrennung und des 45-Minuten-Takts wirken sich vor allem auf die Auswahl von Lernzielen und Lerninhalten aus. Auf dieser Unterrichtsebene zeigte sich im Laptop-Projekt bisher kaum eine Veränderung, wobei die typologische Analyse deutlich macht, dass die Bedeutung dieser Bedingungen bei verschiedenen Lehrergruppen unterschiedlich stark ins Gewicht fällt. So sind besonders die innovativen und experimentierfreudigen Lehrer bereit, sich über die Vorgaben des Lehrplans hinwegzusetzen, um eine ganzheitliche Integration der Laptops und einen konstruktivistisch geprägten Unterricht zu realisieren (Typ 4 und Typ 5). Sie bilden jedoch eine Minderheit. Für die größere Gruppe der Lehrer, die andere Integrationsmuster zeigen, stellen die bildungspolitischen Rahmenbedingungen eine Behinderung dar, die das Festhalten an traditionellen Unterrichtsformen rechtfertigt (Typ 1 und 2) bzw. die Innovationsbereitschaft der Lehrer stark einschränkt (Typ 3).

Bezüglich der Sozialformen, Handlungsmuster und des Rollenverständnisses zeigt sich die Notwendigkeit einer nach Lehrertypen differenzierten Analyse. Der Laptop hatte hier keine einheitliche Wirkung. Je nachdem, ob er als Fremdkörper im Unterricht oder als Teil eines ganzheitlichen Unterrichtsgefüges gesehen wurde, kam es zu mehr oder weniger tiefgreifenden Veränderungen des Unterrichts. Besonders, wenn der Fokus der Lehrer auf dem Laptop als Gerät zur fachlich integrierten Vermittlung von Medienkompetenz lag, waren

die Veränderungen von Sozialformen, Handlungsmustern und Rollenverständnis oberflächlich und bezogen sich primär auf den technischen Bereich. Lediglich eine Minderheit der Lehrer beschreibt eine Nutzung der Laptops im Sinne eines konstruktivistischen Unterrichts (Typ 4 und Typ 5). Nur für einen Teil dieser Gruppe (Typ 4) konnte festgestellt werden, dass der Laptop auslösende Funktion für eine solche Unterrichtsveränderung hatte. Dabei wurde das Ergebnis verschiedener anderer Studien (Dwyer et al., 1990; Becker, 2000) bestätigt, dass die Entwicklung einer konstruktivistischen Unterrichtspraxis (zumindest unter Bedingungen, die denen dieser Fallstudie ähnlich sind) frühestens im zweiten Projektjahr zu erwarten ist.

## 9. Teilstudie III: Unterrichtsbeobachtung

### 9.1 Methode

Veränderungen des Unterrichts, die sich aus der Integration der Laptops ergeben, sollten sich im Vergleich mit Stunden, in denen kein Laptop genutzt wird, auch von externen Beobachtern feststellen lassen. Es wurde deshalb ein Korpus von zufällig ausgewählten Unterrichtsstunden mit und ohne Laptopnutzung in verschiedenen Unterrichtsstunden aufgezeichnet, die bezüglich der unter 2.1.2 herausgearbeiteten Methodendimensionen analysiert wurden. Die unabhängige Variable stellt also die Nutzung bzw. Nicht-Nutzung von Laptops in der jeweiligen Unterrichtsstunde dar. Als abhängige Variablen wurden *Medienwahl*, *Sozialform*, *Handlungsmuster*, *Rollenverständnis* sowie *Lernziele* einbezogen.

Aufgrund der geringen Anzahl der Unterrichtseinheiten, die im Rahmen des Projekts aufgezeichnet und analysiert werden konnten, ist eine systematische Berücksichtigung fach- und lehrerspezifischer Besonderheiten sowie von Kohorten- und Klassenstufeneffekten nur in begrenztem Umfang möglich. Durch Parallelisierung der aufgezeichneten Unterrichtsstunden mit und ohne Laptop hinsichtlich unterrichtendem Lehrer, Klassenstufe und Kohorte wurde versucht, die Störeffekte, die sich hieraus ergeben könnten, gering zu halten. Da sich in den Interviews fachspezifische Unterschiede in der Unterrichtsgestaltung mit dem Laptop zeigen, wurde das Unterrichtsfach als weitere unabhängige Variable in die Analyse einbezogen.

Der Unterrichtsbeobachtung liegt somit ein zweifaktorielles multivariates Versuchsdesign zugrunde.

### 9.1.1 Durchführung der Beobachtung

Zur Beobachtung des Unterrichts wurden über den gesamten Untersuchungszeitraum einzelne Unterrichtseinheiten auf Video aufgezeichnet. Die Videountersuchung beschränkt sich auf die Fächer Mathematik, Deutsch und Englisch. Die Beobachtungen wurden nur innerhalb der Laptopklassen durchgeführt. Auch in diesen Klassen gab es immer wieder Unterrichtsstunden, in denen der Laptop nicht benutzt wurde, so dass das Datenmaterial vollständig aus den Laptopklassen gewonnen werden konnte. Dieselben Klassen wurden dabei zum großen Teil mehrfach im Unterricht mit und ohne Laptop beobachtet. Auf Kontrolluntersuchungen in externen Klassen (z. B. Parallelklassen oder anderen von den Laptop-Lehrern unterrichteten Klassen) wurde verzichtet, da hier durch Unterschiede zwischen Lehrern, Fächern und Altersstufen der unterrichteten Schüler Störfaktoren entstanden wären, die eine Interpretation der beobachteten Unterschiede stark erschwert hätten.<sup>26</sup>

Die Auswahl der Stunden erfolgte zunächst zufällig, indem die Laptop-Lehrer während der Schulbesuche spontan um die Öffnung ihres Unterrichts für eine Unterrichtsmitschau gebeten wurden. In der Regel wurde den Beobachtern das Beisein im Unterricht gewährt. Eine Verweigerung wurde mit Besonderheiten der ausgesuchten Stunde begründet, etwa, dass eine Klassenarbeit geschrieben wurde oder eine solche unmittelbar bevorstünde. Im weiteren Verlauf des Projekts wurden die Laptop- und Nicht-Laptopstunden bezüglich Fach, Lehrer, Klassenstufe und Kohorte so ausgesucht, dass ein ausgewogenes Verhältnis entstand. Eine solche Parallelisierung machte eine etwas längerfristige Planung notwendig, so dass die Lehrer jeweils einige Tage vor dem Schulbesuch informiert wurden, welche Stunden aufgezeichnet werden sollten.

Die Aufzeichnung der Unterrichtseinheiten wurde jeweils von zwei Projektmitarbeiterinnen durchgeführt, wobei eine die Bedienung der Videokamera übernahm und die andere das Unterrichtsgeschehen protokollierte. Diese Protokolle wurden bei der anschließenden Analyse der Videoaufzeichnungen unterstützend hinzugezogen.

Die Videountersuchung umfasst 46 Aufnahmen (von denen eine aufgrund technischer Schwierigkeiten von der Analyse ausgeschlossen werden musste), die an neun Zeitpunkten jeweils im Abstand von zwei bis sechs Monaten über den Untersuchungszeitraum verteilt aufgezeichnet wurden. In 24 Unterrichtsstunden wurde dabei mit Laptop und in 21 Stunden ohne Laptop gearbeitet.

---

<sup>26</sup> Es gab nur sehr wenige Fälle in denen der gleiche Lehrer eine weitere Klasse des gleichen Jahrgangs im gleichen Fach unterrichtete wie die Laptopklasse. Deshalb hätte in jedem Fall nicht nur die Klasse, sondern auch der Lehrer, das Fach oder die Jahrgangsstufe für einen Vergleich variiert werden müssen.

Laptop			Klassenstufe			Gesamt
			Klasse 7	Klasse 8	Klasse 9	
mit Laptop	Fach	Englisch	4	3	1	8
		Deutsch	5	4	1	10
		Mathe	3	2	1	6
Gesamt			12	9	3	24
ohne Laptop	Fach	Englisch	4	1		5
		Deutsch	5	3	1	9
		Mathe	2	3	2	7
		Gesamt	11	7	3	21

Tab. 36: Verteilung der aufgezeichneten Unterrichtsstunden auf Fächer und Klassenstufen (N)

Einen Überblick über die Videoaufnahmen gibt Tabelle 36. Insgesamt wurden Stunden von 17 verschiedenen Lehrern (6 Englischlehrern, 6 Mathematiklehrern und 5 Deutschlehrern) aufgezeichnet, wobei die Anzahl der aufgezeichneten Stunden pro Lehrer von einer bis fünf Unterrichtsstunden reicht. Bei mehreren aufgezeichneten Stunden eines Lehrers wurde ein ausgeglichenes Verhältnis von Laptop- und Nicht-Laptopstunden angestrebt.<sup>27</sup>

### 9.1.2 Auswertung der Beobachtungsdaten

Bei der Erhebung von Beobachtungsdaten werden niedriginferente und hochinferente Beobachtungen unterschieden (Rosenshine, 1970; Clausen, 2000). Als „niedriginferent“ wird eine Beobachtung dann bezeichnet, wenn sie auf die Aufzeichnung gut beobachtbarer und mehr oder minder eindeutig definierbarer Verhaltensweisen abzielt. Als besonders zuverlässig haben sich niedriginferente Beobachtungen dann erwiesen, wenn der Beobachter lediglich die Auftretenshäufigkeit der definierten Verhaltensweisen innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls festhält, ohne diese zu bewerten (z. B. bezüglich ihres Ausprägungsgrads, ihrer Situationsangemessenheit, etc., vgl. Clausen, 2000; Fraser & Wahlberg, 1981; Rosenshine, 1970).

Eine ganzheitliche Bewertung von Verhalten innerhalb komplexer Situationen ist das Ziel der hochinferenten Beobachtung. Der Beobachter schließt dabei z. B. aufgrund des beobachteten Geschehens auf allgemeinere Verhaltenstendenzen oder abstrakte Sachverhalte. Er interpretiert, bewertet und zieht Schlussfolgerungen. Dabei stellt er, weil er seine eigenen Kognitionen stärker in den Beobachtungsprozess einbringt, eine größere Fehlerquelle dar als bei der niedriginferenten Beobachtung. Gleichzeitig hat sich jedoch gezeigt, dass hochinferente Beobachtungen einen höheren Zusammenhang mit Kriterien der schulischen Entwicklung aufweisen (Fraser & Wahlberg, 1981; Rosenshine, 1970).

<sup>27</sup> Ein maximales Missverhältnis von 4 Laptopstunden : 1 Nicht-Laptopstunde ergab sich für einen Lehrer im Fach Deutsch, für drei weitere bestand eine Differenz von 2 Stunden (Laptop : Nicht-Laptop: 2:0 (E), 0:2 (D) und 1:3 (D), was jedoch in Kauf genommen wurde, um für die Gesamtstichprobe ein ausgeglichenes Verhältnis von Laptop- und Nicht-Laptopstunden in jedem Fach zu erreichen.

In der vorliegenden Studie wurde zur Auswertung der Unterrichtsbeobachtungen ein Verfahren eingesetzt, das niedrig- und hochinferente Beobachtung kombiniert (vgl. Beobachtungsraster in Anhang 6). Für die niedriginferente Beobachtung wurden die Medienwahl und die Sozialformen ausgewählt, da diese sich relativ eindeutig definieren und gut beobachten lassen. Jede Unterrichtsstunde wurde für die Codierung in maximal neun 5-Minuten-Intervalle zergliedert. Anhand eines Beobachtungsbogens wurden für jedes Intervall diejenigen Mediennutzungen und Sozialformen festgehalten, die in diesem Intervall dominant hervortraten. Ein vergleichbares Verfahren wurde von Nocker (1994) eingesetzt.

Andere Aspekte des Unterrichts, z. B. seine Interessantheit, seine Offenheit, das Ausmaß der Schülerzentrierung usw. können dagegen nur schwer an einzelnen Verhaltensindikatoren festgemacht werden und müssen deshalb ganzheitlich beurteilt werden. Für die Analyse von *Lernzielen*, *Handlungsmustern* und *Rollenverständnis* wurde deshalb ein Raster für die hochinferente Unterrichtsbeobachtung erstellt. Bei der Konstruktion lagen die Interviewäußerungen und die Evaluationsleitfragen zugrunde. Jede Methodendimension wurde durch mehrere Beobachtungselemente erfasst. Die Items waren auf einer sechs-stufigen Ratingskala zu beurteilen.

Die niedriginferente Beobachtung wurde unabhängig von zwei Codierenden, die hochinferente Beobachtung von drei Bewertern durchgeführt. Beide Gruppen wurden mit einem Training auf die Beobachtungsaufgabe vorbereitet, bei dem die Beobachter in die Handhabung des jeweiligen Beobachtungsbogens eingewiesen und die zu beobachtenden Kategorien erläutert wurden. Anschließend wurde an Ausschnitten aus 3 Unterrichtsstunden mit den Beobachterinnen gemeinsam eine Kodierprobe durchgeführt.

Kategorie	Intraklassenkoeffizient (Konsistenz)
<i>Mediennutzung</i>	
Tafel	.98
Lehrbuch	.93
Arbeitshefte	.80
Overhead-Projektor	.98
Computer/Laptop	.98
<i>Sozialform</i>	
Unterrichtsgespräch	.74
Gruppenarbeit	.99
Partnerarbeit	.84
Einzelarbeit	.76

Tab. 37: Reliabilität der niedriginferenten Beobachtung der Unterrichtsmitteilungen

Die Beobachterübereinstimmung wurde mit dem Intraklassenkoeffizient (Konsistenz) berechnet (Bortz & Döring, 1995). Für die niedriginferente Beobachtung der genutzten Unterrichtsmedien und der eingesetzten Sozialformen lag sie zwischen .74 und .99 (vgl. Tab. 37) und

war damit zufriedenstellend.<sup>28</sup> Eine vollständige Darstellung der Reliabilitätsanalysen findet sich in Anhang 7.1.

Die hochinferente Beobachtung wies erwartungsgemäß eine geringere Reliabilität auf. Alle Items, deren Reliabilität unter .60 lag, wurden von der Analyse ausgeschlossen. Dabei entfielen alle Items zur Erfassung der Veränderung der Lernziele, so dass in der Auswertung nur Handlungsmuster und Rollenverständnis berücksichtigt werden konnten. Die Reliabilitäten der verbleibenden Items zeigt Tabelle 38.

Kategorie	Intraklassenkoeffizient (Konsistenz)
<i>Handlungsmuster</i>	
Interessantheit des Unterrichts	.81
Anschaulichkeit des Unterrichts	.61
Offenheit der Aufgabenstellung	.65
Forschend-kreatives Lernen	.71
Kritisch-reflektierendes Lernen	.77
<i>Rollenverständnis</i>	
Kommunikation der Schüler untereinander	.69
Selbständigkeit des Lernens	.62
Eigenständiges Erarbeiten neuer Lerninhalte	.69
Individuelle Betreuung/Hilfe durch Lehrer	.76
Schülerzentrierung des Unterrichts	.78

Tab. 38: Reliabilität der hochinferenten Beobachtung der Unterrichtsmitschauen

In die Auswertung gingen sowohl bei der niedrig-, wie auch bei der hochinferenten Beobachtung die über die Beobachter gemittelten Werte ein. Die Ergebnisse für die vier Komplexe *Medienwahl*, *Sozialform*, *Handlungsmuster* und *Rollenverständnis* wurden jeweils mit zweifaktoriellen multivariaten Varianzanalysen geprüft, bei denen Laptopnutzung und Schulfach als feste Faktoren und die zu dem jeweiligen Komplex gehörenden Beobachtungsitems als abhängige Variablen eingingen. Die Durchführung der Analysen entspricht im wesentlichen dem in Kapitel 7.1.4 beschriebenen Verfahren zur Auswertung der Kohorteneffekte. Zur Prüfung der Varianzhomogenität wurde wiederum der multivariate Box-M-Test sowie der Levene-Test eingesetzt. Anschließend wurden Haupteffekte der Laptopnutzung und Interaktionen von Laptopnutzung und Schulfach untersucht.<sup>29</sup> Die Effekte wurden zunächst multivariat anhand von Pillais Spurkriterium überprüft. Im Anschluss an die multivariate Prüfung wurden univariate Tests für die Beobachtungsitems durchgeführt um festzustellen, wo signifikante Unterschiede zwischen Laptop- und Nichtlaptopstunden bestanden. Ein

<sup>28</sup> Die Kategorie „Häufigkeit der Nutzung von Arbeitsblättern“ erwies sich mit .46 als nicht reliabel und wurde deshalb von den nachfolgenden Analysen ausgeschlossen. Nicht einbezogen wurde auch die Nutzung der Medien Video/Film und Cassette/Tonband/CD die nicht bzw. in nur einer Unterrichtsstunde (Audio) beobachtet wurde.

<sup>29</sup> Haupteffekte des Schulfachs wurden nicht genauer untersucht, da diese von der Laptopnutzung unabhängigen fachspezifischen Methodenunterschiede nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind.

multipler Mittelwertsvergleich erübrigte sich in dieser Teilstudie, da nur zwei Gruppen miteinander verglichen wurden. Im Fall der Verletzung der Voraussetzung der Varianzhomogenität wurden die gefundenen Unterschiede mit dem nicht-parametrischen Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben abgesichert. Die vollständigen statistischen Berechnungen sind in Anhang 7 wiedergegeben.

## 9.2 Ergebnisse

### 9.2.1 Medienwahl

Rein deskriptiv kann zunächst festgehalten werden, dass in den beobachteten Unterrichtsstunden mit Laptopnutzung die Häufigkeit, mit der einige der „klassischen“ Medien benutzt werden, zugunsten der Laptopnutzung abnimmt (vgl. Abb. 20). In besonderem Maß gilt dies für das Arbeitsheft, das im laptopfreien Unterricht das am häufigsten genutzte Arbeitsmedium darstellt. Aber auch Tafel und Lehrbuch werden im Unterricht mit Laptop seltener eingesetzt als im Unterricht ohne Laptop. Der Overheadprojektor wird im Unterricht mit und ohne Laptop etwa gleich häufig genutzt.

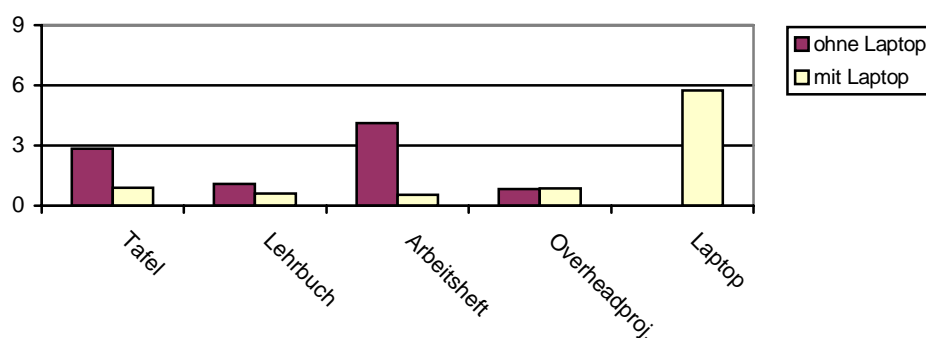


Abb. 20: Mediennutzung (Anzahl der 5-Minuten-Intervalle) in Unterrichtsstunden mit und ohne Laptopeinsatz  
 $N$  (Laptop) = 24;  $N$  (Nicht-Laptop) = 20 (vollständige deskriptive Statistik vgl. Anhang 7.2)

Bei der varianzanalytischen Prüfung wurde für den Faktor Laptop ein signifikanter Haupteffekt festgestellt ( $Pillais\ Spur = .85$ ;  $F(5, 34) = 39.40$ ;  $p < .01$ ; vgl. Anhang 7.2). Auf univariater Ebene zeigt sich, dass nur für die Medien Tafel ( $F(1, 38) = 12.02$ ;  $p < .01$ ), Arbeitsheft ( $F(1, 38) = 41.30$ ;  $p < .01$ ) und Computer ( $F(1, 38) = 179.14$ ;  $p < .01$ ) ein signifikanter Unterschied besteht. Da die Homogenitätsannahme für alle drei Variablen verletzt war, wurden die Effekte mit dem Mann-Whitney-U-Test abgesichert.<sup>30</sup>

Die Interaktion von Laptopnutzung und Unterrichtsfach erwies sich auf dem multivariaten Niveau als tendenziell signifikant ( $Pillais\ Spur = .39$ ;  $F(10, 70) = 1.70$ ;  $p < .10$ , vgl. Anhang

<sup>30</sup> Tafel:  $Z = -2.5$ ;  $p < .05$ ; Arbeitsheft:  $Z = -4.08$ ;  $p < .01$ ; Computer:  $Z = -6.06$ ;  $p < .01$  (vgl. Anhang 7.2)



7.2). Die univariaten Tests ergaben ebenfalls nicht für alle Medien eine statistisch bedeutsame Interaktion. Ein signifikanter Effekt wurde nur für die Medien Tafel ( $F(2, 38) = 3.41; p < .05$ ) und Arbeitsheft ( $F(2, 38) = 4.23; p < .05$ ) gefunden. Der gemeinsame Einfluss von Unterrichtsfach und Laptopnutzung auf die Nutzung dieser beiden Medien wird in Abb. 21 veranschaulicht. Aus den Interaktionsplots wird ersichtlich, dass die Nutzung von Tafel und Arbeitsheft im Laptopunterricht besonders im Fach Mathematik stark abgenommen hat.

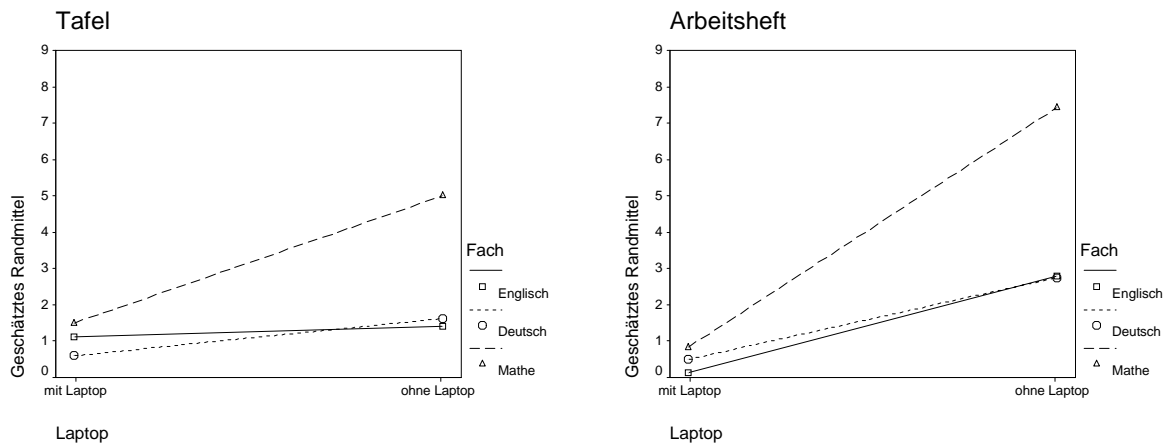


Abb. 21: Interaktionsplot für die Medien Tafel und Arbeitsheft

### 9.2.2 Sozialformen

Bezüglich der verwendeten Sozialformen zeigte sich, dass der Frontalunterricht sowohl im Unterricht mit wie auch ohne Laptop vor kooperativen Arbeitsformen und Einzelarbeit überwiegt (vgl. Abb. 22). Umgerechnet in Prozent nahm er im traditionellen Unterricht 69% ein, während er im Laptopunterricht auf 54% zurückging. Im Laptopunterricht stieg besonders die Häufigkeit von Einzelarbeit im Vergleich zum traditionellen Unterricht an. Bei der Gruppenarbeit war ebenfalls ein leichter Anstieg erkennbar. An der Häufigkeit von Partnerarbeit hat sich dagegen nichts verändert.

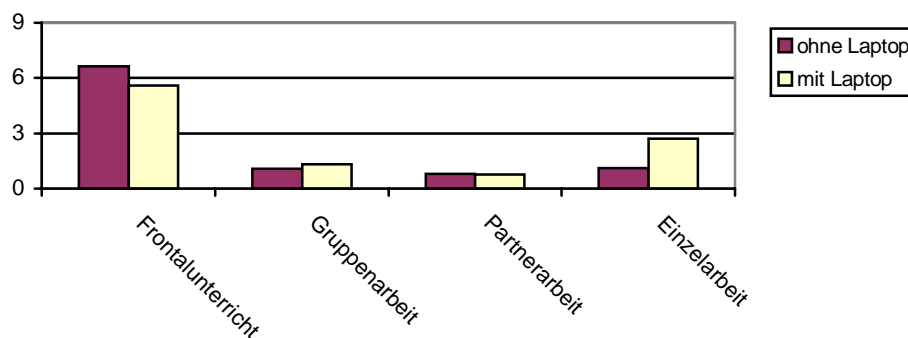


Abb. 22: Sozialformen (Anzahl der 5-Minuten-Intervalle) in Unterrichtsstunden mit und ohne Laptop. N (Laptop) = 23; N (Nicht-Laptop) = 21 (vollständige deskriptive Statistik vgl. Anhang 7.3)

Die varianzanalytische Prüfung ergab einen hochsignifikanten Haupteffekt für den Faktor Laptopnutzung (*Pillais Spur* = .35;  $F(4, 35) = 4.75$ ;  $p < .01$ , vgl. Anhang 7.3). Auf univariater Ebene zeigte sich ein hochsignifikanter Effekt für die Sozialform Einzelarbeit ( $F(1, 38) = 14.84$ ;  $p < .01$ ). Da die Homogenitätsannahme für dieses Item verletzt war, wurde der Unterschied mit dem Mann-Whitney-U-Test abgesichert<sup>31</sup>. Die Abnahme des Frontalunterrichts in den Laptopklassen stellte sich ebenfalls als tendenziell signifikant heraus ( $F(1, 38) = 3.98$ ;  $p < .10$ ). Die Interaktion von Unterrichtsfach und Laptopnutzung erwies sich als nicht signifikant (*Pillais Spur* = .28;  $F(10, 70) = 1.16$ ;  $p > .10$ , vgl. Anhang 7.3).

### 9.2.3 Handlungsmuster

Die deskriptive Analyse der hochinferenten Beobachtung zeigt, dass der Unterricht mit Laptops von den Beobachterinnen als interessanter und anschaulicher beurteilt wurde als der Unterricht ohne Laptops. Die Aufgabenstellungen wurden von ihnen generell als relativ eng vorstrukturiert empfunden, allerdings weniger stark in den Laptop- als in den traditionellen Unterrichtsstunden. Auch das Lernen wurde als eher nachvollziehend-reproduzierend bewertet, wobei in den Laptopstunden der Mittelwert genau auf dem Zentralpunkt der Skala zwischen „nachvollziehend-reproduzierend“ und „forschend-kreativ“ lag. Bezüglich der Items „Selbständigkeit des Lernens“, „Erarbeiten eigener Inhalte“ und „kritisch-reflektierendes Lernen“ wurden die Laptopstunden zwar positiver beurteilt als die Nicht-Laptopstunden. Insgesamt wurde das Lernen mit wie ohne Laptop jedoch als wenig selbständig sowie wenig kritisch-reflektierend und die Häufigkeit des Erarbeitens eigener Lerninhalte als gering bewertet (vgl. Abb. 23).

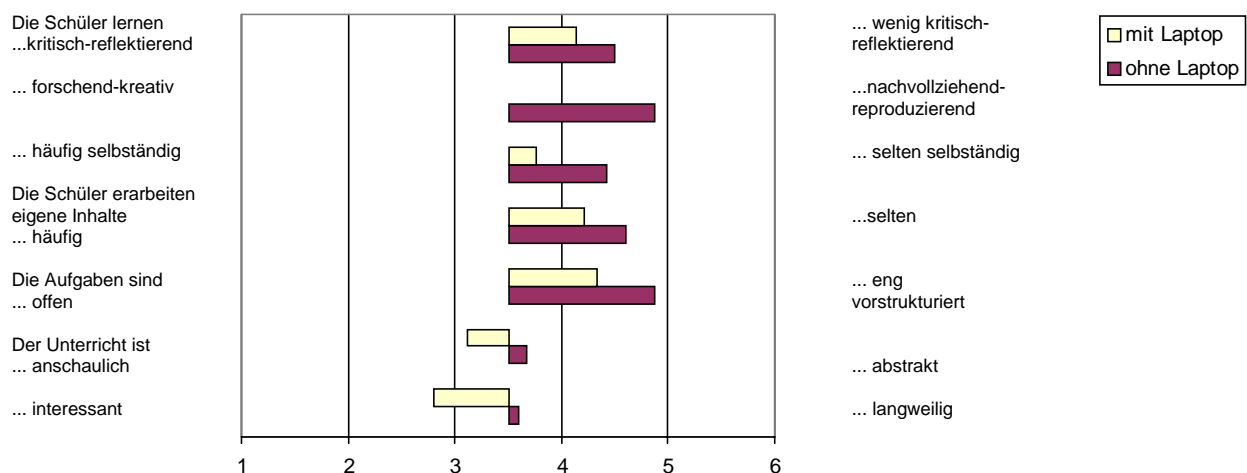


Abb. 23: Didaktische Gestaltung des Unterrichts (6-stufiges semantisches Differential),  $N$  (Laptop) = 23;  $N$  (Nicht-Laptop) = 20 (vollständige deskriptive Statistik vgl. Anhang 7.4)

<sup>31</sup> Einzelarbeit:  $Z = -2.9$ ;  $p < .01$  (vgl. Anhang 7.3)

Auf multivariatem Niveau zeigte sich bei der varianzanalytischen Prüfung ein hochsignifikanter Effekt (*Pillais Spur* = .48;  $F(7, 31) = 4.05$ ;  $p < .01$ , vgl. Anhang 7.4). Anschließend univariate Tests ergaben zumindest tendenziell signifikante Effekte für die Items „Interessantheit des Unterrichts“, „Offenheit der Aufgabenstellung“ und „forschend-kreatives Lernen“ (vgl. Tab. 39). Bei dem Item „Offenheit der Aufgabenstellung“, bei dem eine Verletzung der Homogenitätsannahme festgestellt wurde, konnte der Effekt mit dem nicht-parametrischen Mann-Whitney-U-Test jedoch nicht bestätigt werden.

Item	$F(1,37)$	$p$
Forschend-kreatives Lernen	22.20	< .01
(Offenheit der Aufgabenstellung <sup>32</sup> )	2.81	< .10
Interessantheit des Unterrichts	8.64	< .01

Tab. 39: Ergebnisse der multivariaten Tests zu den Handlungsmustern

Die Interaktion von Laptopnutzung und Schulfach erwies sich als nicht signifikant (*Pillais Spur* = .42;  $F(14, 64) = 1.24$ ;  $p > .10$ , vgl. Anhang 7.4).

#### 9.2.4 Rollenverständnis

Der Laptopunterricht wurde insgesamt als deutlich weniger lehrerzentriert beurteilt als der Unterricht ohne Laptops. Auch Phasen der individuellen Betreuung durch den Lehrer wurden im Unterricht mit Laptops häufiger beobachtet. Gleiches gilt für Phasen, in denen die Schüler unterrichtsbezogen ohne direkte Moderation des Lehrers miteinander kommunizierten.

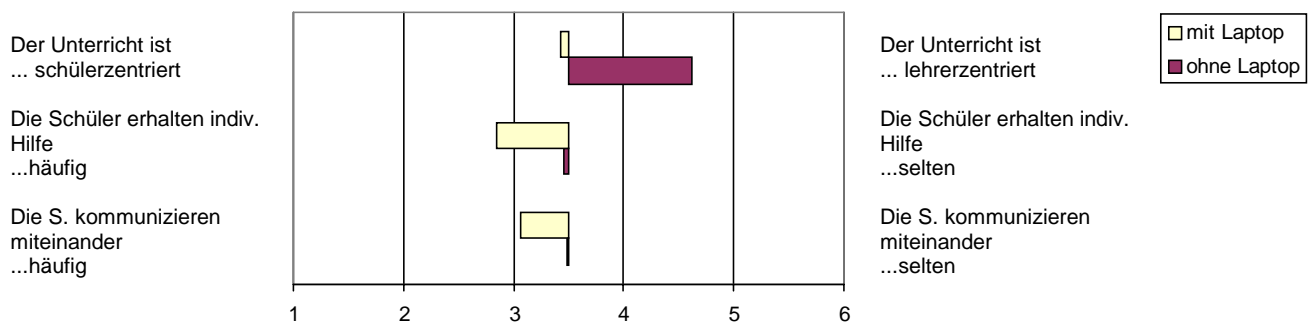


Abb. 24: Lehrer- und Schülerrolle (6-stufiges semantisches Differential)

N (Laptop) = 24; N (Nicht-Laptop) = 20 (vollständige deskriptive Statistik vgl. Anhang 7.5)

Die Varianzanalyse zeigte auf multivariatem Niveau einen tendenziell signifikanten Effekt (*Pillais Spur* = .18;  $F(3, 35) = 2.55$ ;  $p < .10$ , vgl. Anhang 7.5). Die univariate Prüfung des Effekts der Laptopnutzung ergab einen signifikanten Effekt für das Item „Schülerzentrierung“ ( $F(1, 37) = 7.03$ ;  $p < .05$ ). Da die Annahme der Gleichheit der Kovarianzen für die Varianz-

analyse verletzt war, wurde dieser Unterschied zusätzlich mit dem Mann-Whitney-U-Test abgesichert.<sup>33</sup>

Die Interaktion von Laptopnutzung und Schulfach erwies sich als nicht signifikant (*Pillais Spur* = .03;  $F(6, 72) = .19$ ;  $p > .10$ , vgl. Anhang 7.5).

### 9.3 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Unterrichtsbeobachtung unterstützen und ergänzen die Befunde aus Schüler- und Lehrerinterviews und aus den Fragebögen. Auf der Ebene der Sozialformen zeigt sich ein deutlicher Anstieg der Einzelarbeit (vgl. 9.2.2). Dieses Ergebnis korrespondiert mit den Aussagen der Lehrerinterviews, wo (vor allem von den Lehrern des Typs 1 (Subsumption) und des Typs 3 (curricular-inhaltlicher Fokus)) angegeben wurde, dass der Laptop eingesetzt wird, um das Lernen zu differenzieren und jeden einzelnen Schüler zu aktivieren. Einzelarbeit wurde darüber hinaus als die am besten geeignete Arbeitsform für die Einführung neuer Software oder Programmfunktionen angesehen. In diesem Zusammenhang wurde sie besonders von Lehrern des Typs 2 (Fokus auf Medienkompetenz und Technik) akzentuiert. Auch mit den pädagogischen Zielvorstellungen des Projekts steht der Anstieg der Einzelarbeit in Beziehung, da sich Ziele wie Differenzierung und Individualisierung, Intensivierung von Lern- und Übungsphasen und Förderung des selbständigen Lernens und Problemlösens gut in Einzelarbeitsphasen realisieren lassen. Schließlich geht aus Lehrer- und Schülerinterviews hervor, dass auch Gruppenarbeit mit dem Laptop Phasen enthalten kann, in denen die Schüler einzeln Teilbereiche der Gruppenaufgabe erarbeiten. Da diese Kontextinformation nicht immer aus den aufgezeichneten Einzelstunden entnommen werden konnte, sind auch Einzelarbeitsphasen, die als Teil eines Gruppenauftrags stattfanden, als „Einzelarbeit“ codiert worden.

Ebenfalls als signifikant erwies sich die Abnahme des Frontalunterrichts. Allerdings war dieser Unterschied weniger deutlich als der der Einzelarbeit. Auch dies lässt sich mit den Interview-Ergebnissen in Beziehung setzen. So betont eine Vielzahl der Lehrer die Wichtigkeit des Frontalunterrichts (insbesondere die den Typen 1-3 zugeordneten Lehrer). Auch wenn der Unterricht mit Laptops generell als weniger lehrerzentriert empfunden wurde, berichteten einige Lehrer besonders in der Einführungszeit über eine Zunahme lehrerzentrierter Phasen. Da ein Teil der Aufzeichnungen aus dieser Einführungszeit stammt, ist es nicht verwunderlich, dass sich kein größerer Unterschied zeigte.

---

<sup>32</sup> Offenheit:  $Z = -.90$ ;  $p > .10$  (vgl. Anhang 7.4)

<sup>33</sup> Schülerzentrierung:  $Z = -2.7$ ;  $p < .01$  (vgl. Anhang 7.5)

Bei kooperativen Arbeitsformen kann kaum ein Unterschied zwischen Laptop- und Nicht-Laptopstunden festgestellt werden. Zwar nimmt die Gruppenarbeit tendenziell zu. Dieser Unterschied ist jedoch nicht statistisch signifikant. Zieht man die Aussagen aus Interviews und Fragebögen für die Interpretation dieses Ergebnisses hinzu, so ergibt sich ein komplexes Bild: Aus der Schülerbefragung geht hervor, dass Gruppenarbeit vor allem in der ersten Kohorte im ersten Projektjahr deutlich zunimmt. Im Projektverlauf geht sie dann wieder leicht zurück. Von den anderen befragten Kohorten wird eine weniger starke Zunahme oder sogar eine Abnahme berichtet. In den Interviews wird ebenfalls vor allem von Schülern der ersten Kohorte angegeben, dass die Gruppenarbeit zugenommen habe, bei den Schülern der zweiten Kohorte überwiegt dagegen die Ansicht, dass die Gruppenarbeit, wenn überhaupt, nur phasenweise zugenommen habe. Auch die typisierende Analyse unterstützt dieses Bild: Den Einsatz der Laptops zur Steigerung von Gruppen- und Projektarbeit beschrieben in erster Linie die Lehrer der Typen 4 (didaktisch-methodischer Fokus) und 5 (konstruktivistische Integration). Nur eine Minderheit der Lehrer setzte den Laptop in der Beobachtungsphase also konsequent zur Steigerung von Gruppenarbeit ein.

Bezüglich der Handlungsmuster wurde der beobachtete Unterricht als eher nachvollziehend-reproduzierend und die Aufgabenstellungen als eng vorstrukturiert bewertet (vgl. 9.2.3). Im Laptop-Unterricht wurde zwar ein größerer Anteil forschend-kreativen Lernens und offener Aufgabenstellungen beobachtet, ein grundlegender Wechsel der Handlungsmuster scheint jedoch nicht stattgefunden zu haben. Gleiches gilt für die Selbständigkeit des Lernens und die Möglichkeit, an eigenen Inhalten arbeiten zu können. Auch hier wurde zwar eine Zunahme im Laptopunterricht beobachtet. Diese fiel jedoch eher gering aus und ließ sich auch statistisch nicht absichern. Die Beobachtung unterstützt damit die Befunde aus den Interviews, zeigt aber auch, dass die von den Lehrern subjektiv wahrgenommene Veränderung der Handlungsmuster sich für externe Beobachter weniger deutlich darstellt. Deshalb sollte die Veränderung im Laptop-Unterricht korrekterweise als „weniger nachvollziehend-reproduzierendes Lernen“ und „weniger stark vorstrukturierte Aufgabenstellungen“ charakterisiert werden. Dass sich in der Summe aller beobachteten Stunden keine grundsätzliche Neuorientierung zeigt, lässt sich auch anhand der gebildeten Lehrertypen erklären. So zeichnet sich nur der Typ 4 (methodisch-didaktischer Fokus) durch eine konsequente Veränderung der Handlungsmuster aus. Dieses Ergebnis wirft auch auf den beobachteten Anstieg der Einzelarbeit ein neues Licht. Zunehmende Individualisierung scheint nur in eingeschränktem Maße mit einer Öffnung der Aufgabenstellung und Freiräumen für exploratives, kreatives Lernen einherzugehen. Die Ergebnisse auf den übrigen Beobachtungsdimensionen bestätigen in der

Tendenz die Interviewäußerungen von Schülern und Lehrern und die Ergebnisse der Fragebogenbefragung, auch wenn sich nur für das Item „Interessantheit“ ein statistisch bedeutsamer Unterschied finden lässt.

Aufgrund der Unterrichtsbeobachtung kann auch der Eindruck zu Lehrer- und Schülerrolle im Laptopunterricht weiter differenziert werden. So bestätigt sich, dass der Unterricht mit Laptops eher schülerzentriert abläuft, während der traditionelle Unterricht als eindeutig lehrerzentriert bewertet wurde (vgl. 9.2.4).

In der Tendenz bestätigt wird durch die Unterrichtsbeobachtungen auch der Eindruck, den Interviews und Unterrichtsbeobachtungen, besonders der Anstieg der Einzelarbeit, hinterlassen, dass durch die Laptops eine verstärkte individuelle Betreuung der Schüler im Unterricht geleistet wird. Dieser Unterschied ist allerdings nicht signifikant, denn auch im regulären Unterricht wurden zahlreiche Situationen beobachtet, in denen der Lehrer einzelne Schüler unterstützte.

Eine leichte Zunahme wurde auch für die (unterrichtsbezogene) Kommunikation unter den Schülern im Laptop-Unterricht beobachtet, jedoch konnte auch diese nicht statistisch abgesichert werden. Auch hier könnte aus Schüler und Lehrerinterviews, in denen einhellig ein Anstieg von formeller und informeller Schülerkommunikation und -kooperation zur Lösung von Computerproblemen und Aufgabenstellungen berichtet wurde, der Eindruck entstehen, Kommunikation der Schüler untereinander sei ein laptop-spezifisches Handlungsmuster. Die Unterrichtsbeobachtung zeigt, dass dem nicht so ist, auch wenn sie in der Tendenz den berichteten Anstieg abbildet.

Die Unterschiede in der Mediennutzung zwischen Laptop- und Nicht-Laptopstunden lassen erkennen, dass der Laptop die Funktion des Arbeitshefts und von Arbeitsblättern übernimmt (vgl. 9.2.1). Dieses Ergebnis korrespondiert mit dem Befund aus der Fragebogenstudie, dass das Schreiben mit dem Laptop die häufigste Unterrichtstätigkeit darstellt. Die Leitfadenterviews mit Lehrern und Schülern geben dabei über die Vorteile, die bei der Nutzung des Laptop gegenüber dem Arbeitsheft gesehen werden, Auskunft. Sie zeigen, dass der Laptop nicht nur einen einfachen Ersatz für das Arbeitsheft darstellt, sondern das Arbeiten der Schüler qualitativ beeinflusst, z. B. indem Schülerprodukte auf dem Laptop häufiger und intensiver überarbeitet werden als im Heft oder dass neue Formen der Strukturierung und Archivierung möglich werden.

Des weiteren zeigt sich, dass in Stunden mit Laptopnutzung weniger mit der Tafel gearbeitet wird als in Stunden ohne Laptopnutzung. Die Untersuchung der Interaktion von Unterrichtsfach und Laptopnutzung differenziert dieses Bild dahingehend, dass die oben ausgeführte

Abnahme beim Einsatz von Tafel und Arbeitsheft besonders im Fach Mathematik hervortritt. Tafel und Heft werden hier in den laptopfreien Stunden im Vergleich zu den Fächern Deutsch und Englisch häufiger eingesetzt. Deshalb zeigt sich in Mathematik eine besonders deutliche Abnahme. Eine Erklärung für den Rückgang der Tafelnutzung, die sich aus den Lehrerinterviews ergibt, könnte auch darin bestehen, dass der Laptop die Visualisierungsfunktion der Tafel im Mathematikunterricht übernimmt.

Methodenkritisch reflektiert werden muss abschließend, dass die Analyse einzelner Unterrichtsstunden auf der Grundlage von Videos verschiedene Probleme mit sich bringt, die die Validität der gewonnenen Ergebnisse einschränken. Die Anwesenheit externer Beobachter, die den Unterricht zudem mit einer Kamera aufzeichnen, stellt eine Sondersituation dar, die sich auf das Verhalten von Lehrern und Schülern auswirken kann. So ist nicht auszuschließen, dass die Lehrer den Besuch der Beobachter als „Vorführsituation“ erlebten, in der sie besonders guten Unterricht zeigen wollten. Auf Seiten der Schüler ist denkbar, dass sie durch die Präsenz der Kamera eingeschüchtert reagierten oder dazu provoziert wurden, besonders aufzufallen. Um solcherart Verzerrungen so gering wie möglich zu halten, wurden verschiedene Vorkehrungen getroffen: In Gesprächen mit den Lehrern und Schülern wurde der Sinn der Videoaufnahmen erörtert und erklärt, warum den Untersuchern an der Aufzeichnung alltäglicher Unterrichtsstunden gelegen ist. Den Lehrern wurde verdeutlicht, dass die Analyse nicht auf die Bewertung ihres persönlichen Unterrichtsstils abzielt. Ihnen wurde zugesichert, dass das Videomaterial schulintern und auch öffentlich nicht zugänglich gemacht, und nicht individualisiert ausgewertet wird. Weiterhin wurde die Auswahl der aufzuzeichnenden Unterrichtsstunden vor allem in den ersten beiden Jahren des Projekts kurzfristig getroffen, um den Lehrern möglichst wenig Gelegenheit zu bieten, die betroffene Stunde intensiver als üblich vorzubereiten. Im letzten Projektjahr wurden die Lehrer, wie unter 9.1.1 ausgeführt, einige Tage im Voraus darüber informiert, welche Stunden aufgezeichnet werden sollten, wobei sich auch hier häufig noch kurzfristige Änderungen ergaben. Schließlich wurden die Lehrer im Anschluss an die aufgezeichneten Stunden stichprobenartig dazu befragt, ob sie Abweichungen vom „normalen“ Ablauf einer Unterrichtsstunde festgestellt hätten. In allen Fällen wurden keine bzw. unerhebliche Abweichungen festgestellt.

Ein Problem auf der Auswertungsseite, besonders hinsichtlich der hochinferenten Beurteilung des Unterrichts, ergab sich dadurch, dass die Beurteiler Einzelstunden außerhalb ihres Kontexts (Einbettung und Funktion der Einzelstunde innerhalb der jeweiligen Unterrichtsreihe) einschätzten. Es wurde deshalb auf Beurteilungsdimensionen verzichtet, für die eine solche Kontextinformation zwingend notwendig gewesen wäre, und nur die Dimensionen in

die Untersuchung einbezogen, für die eine zufriedenstellende Übereinstimmung der Beobachter festgestellt wurde.

Auch muss darauf hingewiesen werden, dass die Beobachtung und Bewertung von Videoaufzeichnungen sich von der Beobachtung von Unterricht in vivo unterscheidet. So wurde, um den Unterricht so wenig wie möglich zu stören, lediglich eine einzige Kamera für die Aufzeichnung des Unterrichts verwendet. Mit dieser konnte jedoch nur ein Ausschnitt des Unterrichtsgeschehens eingefangen werden. Die Kamera wurde auf einem Stativ im vorderen Teil der Klasse positioniert. Da sich die vorliegende Untersuchung auf die Unterrichtsgestaltung durch den Lehrer konzentrierte, war die überwiegende Kameraeinstellung die auf den Lehrer gerichtete Totale. Die Kamera folgte dem Lehrer bei seinen Bewegungen im Klassenraum. Um trotzdem einen globalen Eindruck der Schülerreaktion zu bekommen, wurde die Einstellung auf den Lehrer durch gelegentliche Schwenks zur Schülergruppe unterbrochen. Aufgrund der Beschränkungen durch die Aufnahmetechnik war es vor allem schwierig, die Wirkung des Unterrichts auf die Schüler zu beobachten. Auch eine detaillierte Beurteilung der Interaktion der Schüler untereinander, im Einzelgespräch mit dem Lehrer und mit den Laptops konnte auf der Grundlage des vorliegenden Materials nicht geleistet werden. Auf die Detailanalyse der Unterrichtsbeobachtungen auf diesem Niveau wurde deshalb verzichtet, obwohl es vor dem Hintergrund der Lehrer- und Schüleraussagen in den Interviews sicher interessant gewesen wäre, solche detaillierten Beobachtungsdaten in die Analyse einzubeziehen.

## 10. Zusammenfassende Betrachtung und Diskussion

Im Zentrum der vorliegenden Untersuchung stand die Frage, ob der Einsatz mobiler Computer zu einer Realisierung konstruktivistischer und schülerzentrierter Unterrichtsmethoden beiträgt. Dazu sollten unterschiedliche Teilaspekte des Unterrichts genauer betrachtet werden, wie der Einsatz der Laptops im Unterricht, die eingesetzten Sozialformen und Handlungsmuster und die im Unterricht mit Laptops verfolgten Lernziele. Soweit im Rahmen dieser Fallstudie möglich, sollte darüber hinaus festgestellt werden, welchen Einfluss Lehrervariablen und schulorganisatorische Rahmenbedingungen bei der Integration von Laptops in den Unterricht haben. Schließlich sollte die Bedeutung der Besonderheiten eines Laptop-Projekts eruiert werden, nämlich dass die Schüler mit mobilen Computern ausgestattet und eine Vollausstattung der Schüler und Lehrer realisiert wurde.

Die drei Teilstudien haben hierzu eine Vielzahl von Befunden erbracht. Um zu einer Integration der Ergebnisse zu gelangen, werden in diesem Teil die Einzelergebnisse an den eingangs



formulierten Fragestellungen entlang miteinander in Verbindung gebracht. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie werden an dieser Stelle auch mit den Ergebnissen anderer Studien verglichen, die in den Kapiteln 3 und 4 dieser Arbeit vorgestellt wurden.

### 10.1 Einsatz der Laptops im Unterricht

Erwartungsgemäß ist die Häufigkeit der Computernutzung, wie in vielen anderen Studien auch (Abrams, 1999; Bruck et al., 1998; Robertson et al., 1996; Rockman et al., 1998), mit der Einführung von Laptops stark angestiegen. Angesichts der geringen Ausstattung der Schule mit stationären Computern, die großteils in zentralen Computerräumen untergebracht sind (vgl. 6.1), lässt sich dieser Anstieg primär auf die gesteigerte Ausstattungsichte und die erhöhte Zugänglichkeit mobiler Computer zurückführen (vgl. dazu auch 10.8). Die mehrjährige Betrachtung zeigt, dass die Computernutzung sich auch langfristig auf einem hohen Niveau einpendelt.

Ebenfalls übereinstimmend mit anderen Untersuchungen, insbesondere aktuellen Laptopstudien, wurde gefunden, dass Anwendungssoftware und das World Wide Web in seiner Funktion als Informationsmedium gegenüber Lernsoftware, die für spezifische Inhalte entwickelt wurde, von herausragender Bedeutung ist. Dabei konnte die dominante Nutzung des Computers als Schreibwerkzeug (Abrams, 1999; Bruck et al., 1998; Hill et al., 2001; Rockman et al., 1998) repliziert werden. Der Einsatz von inhaltsgebundener Lernsoftware, z. B. von Drill-and-Practice-Programmen und tutoriellen Systemen, wurde, anders als in anderen Studien (Pelgrum & Schipper, 1993; Meyer, 2001) im Unterricht so gut wie gar nicht beobachtet. Wenn überhaupt, wurden den Schülern solche Anwendungen für die zumeist freiwillige häusliche Nutzung zur Verfügung gestellt. Übereinstimmend mit Anderson und Ronkvist (1999) lässt sich als ein wesentlicher Grund hierfür die Zugänglichkeit der Software feststellen. Die Interviewbefragung ergab, dass fachspezifische Lernsoftware im vorliegenden Projekt nur in begrenztem Umfang zur Verfügung stand. Die Lehrer gaben hierzu an, dass sie für die behandelten Unterrichtsthemen in vielen Fällen keine Lernsoftware hätten finden können, die ihren Ansprüchen genüge. Sie wichen deshalb auf fachunspezifische Anwendungssoftware aus. Dabei bestand, wie die typologische Analyse zeigt, zwischen verschiedenen Lehrergruppen eine unterschiedlich große Bereitschaft und Kreativität darin, die Nutzung von Anwendungssoftware mit fachinhaltlichen Lernzielen zu verbinden. Besonders die Lehrer, die den Typen 1 (Subsumption unter lehrergeleiteten Unterricht) und 3 (Curricular-inhaltlicher Fokus) zugeordnet wurden, fokussierten die curricularen Lerninhalte und sahen in der Nutzung von Anwendungssoftware nur punktuell Verknüpfungsmöglich-

keiten mit den fachlichen Unterrichtszielen. Sie bemühten sich jedoch, den Computer so einzusetzen, dass mit dem Medium eine qualitative Verbesserung des fachlichen Lernens erreicht wurde (bes. Typ 3). Das Fehlen fachspezifischer Lernsoftware wurde dennoch beklagt, weil diese sich nach Meinung der Lehrer dieses Typs besser in den Unterricht hätte integrieren lassen.

Eine weitere Gruppe von Lehrern (Typ 2, Fokus auf Technik und Medienkompetenz) nutzte Anwendungssoftware primär zur Vermittlung von technischer Handhabungskompetenz. Hier kam es nur zu einer oberflächlichen Verknüpfung der Nutzung des Computers mit den fachlichen Lerninhalten. Das Potential des Computers als kognitives Werkzeug im Sinne eines konstruktivistischen Unterrichtskonzepts wurde von diesem Lehrertyp kaum ausgeschöpft. Auch wenn die durch das pädagogische Konzept der Schule vorgegebene fachintegrierte Nutzung der Computer vorsah, dass die Geräte vor allem im Rahmen eines konstruktivistischen Lernens *mit* Computern und weniger für das Lernen *über* Computer eingesetzt werden sollten, zeigt sich somit, dass die fachintegrierte Nutzung von Anwendungssoftware nicht automatisch dazu führt, dass der Computer als kognitives Werkzeug eingesetzt wird (vgl. auch 10.3). Im Projektverlauf wurden allerdings vor allem von den konstruktivistisch orientierten innovativeren Lehrern (Typ 5, konstruktivistische Integration) in dieser Hinsicht fachintegrierte Nutzungskonzepte entwickelt, die, unterstützt durch die Kooperation der Lehrer in Laptop-AG und gemeinsamen Fortbildungen, zunehmende Verbreitung unter den Laptoplehrern fanden. Offen bleiben muss hierbei die Frage, ob eine verstärkte Bereitstellung von Programmen, die speziell auf konstruktivistisches Lernen ausgelegt sind (wie etwa das Algebra-System *Derive*) auch bei den Lehrern der Typen 1 bis 3 zu einer stärkeren Hinwendung zu konstruktivistischen Unterrichtsmustern geführt hätte.

Im Medienverbund zeigt sich, dass der Einsatz von Laptops zu einer generellen Abnahme der Nutzung anderer Medien führt. Der Laptop-Unterricht ist stärker monomedial vom Computer dominiert, während der traditionelle Unterricht durch einen Medienmix gekennzeichnet ist, bei dem Tafel und Arbeitsheft am relativ häufigsten genutzt werden. Aus den Befragungen bei Lehrern und Schülern lassen sich zwei Gründe für diese Veränderung im Muster der Mediennutzung ableiten. Einerseits übernimmt der Computer durch sein multimediales Potenzial die Funktion mehrerer Medien im Unterricht. So wird aus den Interviews deutlich, dass er Tafel und Lehrbuch in ihrer Veranschaulichungsfunktion ersetzt. Gleichzeitig substituiert er das Arbeitsheft, in dem die Schüler nun mit ihren Laptops Aufgaben bearbeiten und Arbeitsergebnisse festhalten. Von einer Mehrheit der Lehrer und Schüler wird der Laptop dabei nicht einfach als ein Ersatz für die traditionellen Medien gesehen, sondern es wird - mit

den oben genannten Einschränkungen - darauf hingewiesen, dass mit der Nutzung qualitative Verbesserungen des Lernens verbunden sind (dynamisierte Veranschaulichung, verbesserte Überarbeitungs-, Strukturierungs- und Archivierungsmöglichkeiten, etc.). Andererseits ergibt sich die veränderte Mediennutzung auch daraus, dass, durch die Laptops vermittelt, bei zahlreichen Lehrern eine Veränderung der Unterrichtsmethodik eingetreten ist. So nimmt die Nutzung der Tafel auch deshalb ab, weil im Laptop-Unterricht in der Tendenz weniger häufig frontal unterrichtet wird.

## 10.2 Veränderung von Sozialformen

Im Unterricht ohne Laptops zeigte sich eine deutliche Dominanz des lehrergelenkten Frontalunterrichts, der 69% des Unterrichts ausmachte. Ähnliche Zahlen wurden in der Studie von Hage et al. (1985) als typisch für den gymnasialen Unterricht in Deutschland berichtet, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die Stichprobe der Lehrer, die am Laptop-Projekt teilnahmen, sich nicht grundsätzlich in ihrer Unterrichtsführung von anderen Lehrern unterscheidet. Im Unterricht mit Laptops ging der Frontalunterricht auf 54% zurück. Die Nutzung von Laptops scheint also zu einer Verstärkung von Phasen mit aufgebender Methode, d. h. Phasen, in denen die Schüler allein oder in Gruppen an Aufgabenstellungen arbeiten, beizutragen.

Genauere Auskunft hierzu geben Lehrer- und Schülerinterviews sowie die schriftliche Befragung der Schüler. Übereinstimmend deuten die verschiedenen Teilstudien darauf hin, dass sich durch die Integration der Laptops der Anteil der Einzelarbeit erhöht. Sowohl die Unterrichtsbeobachtungen als auch die Aussagen verschiedener Lehrer unterstützen dieses Ergebnis. Phasen der Einzelarbeit, die auch im klassischen Unterricht vorkommen, verlängern sich bei der Arbeit mit Laptops. Abhängig vom Lehrertyp wurde dies damit begründet, dass der Computer besonders gut zum individuellen, differenzierten Üben geeignet ist (Typ 1, Typ 3, mit Einschränkung Typ 4) oder damit, dass die Lehrer sicherstellen wollen, dass die Umgangskompetenzen mit dem Computer von allen Schülern gleichermaßen erworben werden (Typ 2).

Bezüglich der Häufigkeit von kooperativen Arbeitsformen deutet keine der drei Teilstudien eindeutig auf einen Anstieg hin. Zwar äußerten Lehrer und Schüler der ersten Kohorte in der Fragebogenbefragung und im Interview übereinstimmend, dass die Einführung der Laptops dazu beigetragen hätte, im Unterricht mehr in Gruppen zu arbeiten. In Kohorte 2 und 3 sind die Meinungen dagegen geteilt und belegen in ihrer Gesamtheit nicht, dass die Einführung der Laptops in diesen Kohorten zu einer signifikanten Zunahme kooperativer Arbeitsformen

geführt hat. Die Analyse der Unterrichtsbeobachtungen unterstützt diesen Eindruck. Bei dem Anstieg von Gruppenarbeit zu Beginn des Projekts in der ersten Kohorte scheint es sich also um ein kohortenspezifisches Phänomen zu handeln, das als Teil der anfänglichen Experimentierphase begriffen werden muss, die Rockman (1999) beschreibt. Dabei wird der Laptop auch in den Kohorten 2 und 3 sowohl von Lehrern als auch von Schülern als hilfreiches Werkzeug für die Zusammenarbeit beurteilt. Es liegt also offensichtlich nicht an der Wahrnehmung des Mediums, dass es nicht häufiger für Gruppenarbeit eingesetzt wird, sondern an anderen Faktoren, insbesondere der internen Weitergabe von Erfahrungen. So wurde der verstärkte Einsatz von Gruppenarbeit in der ersten Kohorte im ersten Projektjahr von Lehrern und Schülern im Nachhinein kritisch beurteilt. Die Veränderung der Arbeitsformen, besonders der zeitlich schlecht koordinierte gleichzeitige Einsatz von Projektarbeit in mehreren Fächern, wurde von Schülern und Lehrern als Überforderung erlebt, zumal sich Unterrichtsroutinen mit dem Laptop noch nicht sicher eingespielt hatten. Bei den folgenden Kohorten wurde entsprechend im ersten Jahr der Schwerpunkt auf die individualisierte Vermittlung von Handlungsroutinen gelegt, während zunächst deutlich weniger mit neuen Unterrichts- und Sozialformen experimentiert wurde. An diesem Beispiel zeigt sich, wie sehr der Einfluss von Computern auf den Unterricht von äußeren Faktoren, wie z. B. der Lehrerweiterbildung, abhängt.

Bezogen auf die herausgearbeiteten Lehrertypen kommt hinzu, dass nur für die Lehrer der Typen 2 und 4 festgestellt wurde, dass sie in Abhängigkeit der Laptopnutzung die Häufigkeit der Gruppenarbeit erhöht haben. Dabei sehen die Lehrer des Typs 2 hierin vor allem eine Anpassung, um das Schülerwissen im Bereich der Medienkompetenz effektiver auszunutzen, während die Gruppenarbeit als Methode der fachlichen Auseinandersetzung in den Hintergrund tritt. Letztlich kann nur für die Lehrer des Typs 4 gesagt werden, dass sie durch die Integration der Laptops dazu gebracht wurden, kollaborative Arbeitsformen inhaltsbezogen häufiger einzusetzen als in der Vergangenheit.

Die Ergebnisse zu den Sozialformen widersprechen damit zahlreichen anderen Befunden, die sowohl bei der Nutzung stationärer wie auch mobiler Computer in erster Linie einen starken Anstieg bei kollaborativen Arbeitsformen gefunden haben (z. B. Bertelsmann Foundation, 1998; Bruck et al., 1998; Collis & Carleer, 1993; Chen & Looi, 1999; Duffy & McMahon, 1999; Dwyer, 1994; Ekhaml et al., 1998; Eschenauer, 1999; Fouts & Stuen, 1997; Hammond, 1994; Rockman et al. 1998; Ross et al., 2000; Schofield, 1997; Scott et al., 1992; Wiburg et al., 1999). Allerdings haben auch einige wenige Studien ähnliche Ergebnisse wie die vorliegende erbracht (Hill et al., 2001; Ross et al., 2001). Worin könnte das abweichende Ergebnis

der vorliegenden Studie begründet liegen? Oben wurde bereits ausgeführt, dass es sich um eine Besonderheit dieses Projekts handeln könnte, bei der eine ungünstige Erfahrung aus dem ersten Projektjahr den weiteren Einsatz von Gruppenarbeit stark negativ beeinflusst hat. Ein weiterer möglicher Grund liegt in den unterschiedlichen Rahmenbedingungen der Studien. Es gilt zwar für das hier evaluierte Projekt wie für die meisten der oben referierten Studien, dass die Steigerung des kollaborativen Arbeitens zu seinen pädagogischen Zielvorstellungen gehörte. In einigen der obigen Projekte wurde eine solche Unterrichtsveränderung jedoch durch Weiterbildung und Unterstützung der Lehrkräfte stärker gefördert als im vorliegenden Projekt (z. B. Ross et al., 2000; Wiburg et al., 1999). Hinzu kommt, dass „kollaboratives Arbeiten“ in der Mehrzahl der o. g. Studien qualitativ wenig differenziert wurde und die Ergebnisse lediglich auf Befragungen, z. T. sogar nur einer beteiligten Gruppe (Lehrer, Schüler) beruhen. Insofern ist es möglich, dass in einigen Studien die Auswirkungen auf das Ausmaß der unterrichtsbezogenen Teamarbeit überschätzt wurde. Der überraschende Anstieg der Einzelarbeit ließe sich darüber hinaus, Cohen (1988) und Cuban (1993) folgend, auch mit der Lernkultur der untersuchten Schule in Verbindung bringen. So gilt das Gymnasium als diejenige deutsche Schulform, in der am stärksten ein kompetitives Unterrichtsklima und individualisierte Lernformen gepflegt werden. Die Ergebnisse anglo-amerikanischer Studien zum Einsatz von Laptops, in denen besonders der Anstieg von Gruppenarbeit betont wird, lassen sich in diesem Punkt u. U. nicht uneingeschränkt auf die deutschen Verhältnisse übertragen.

Eine große Übereinstimmung mit den o. g. Studien besteht dagegen hinsichtlich der Zunahme von „informeller“ Kooperation im Unterricht. Die vorliegende Untersuchung kann diesen gut abgesicherten Befund dahingehend differenzieren, dass als Auslöser die neue Lernsituation, in der ein für viele Schüler sowie den Lehrer relativ neuer Kompetenzbereich erworben werden muss, eine zentrale Rolle spielt. Diese Situation bietet zahlreiche Anlässe dafür, dass die Schüler einander unterstützen und weiterhelfen. Von einigen Lehrern und vielen Schülern wird gegenseitige Hilfeleistung auf Schülerebene auch als organisatorische Notwendigkeit gesehen, da im Unterricht mit Laptops mehr Fragen und Probleme auftauchen bzw. Fragen bereitwilliger geäußert werden als im traditionellen Fachunterricht. Der Lehrer könnte diese unmöglich als alleiniger Ansprechpartner lösen, so dass gegenseitige Hilfe der Schüler eine spontane und fast natürliche Reaktion darstellt. Wie besonders aus den Schülerinterviews deutlich wird, funktioniert dieses Schülertutoring in Abhängigkeit von der Computerkompetenz des Lehrers unterschiedlich gut. Besonders Lehrer, die selbst im Umgang mit dem

Computer unsicher sind, scheinen mit der gegenseitigen Unterstützung der Schüler Probleme zu haben (vgl. 10.4).

### 10.3 Veränderung von Handlungsmustern

Im vorliegenden Modellversuch wurde, abweichend von anderen Untersuchungen (Bourke & Hillman, 1999; Ekhaml et al., 1998; Fouts & Stuen, 1997; Rockman et al., 1998; Ross et al., 2000) gefunden, dass sich die Handlungsmuster im Unterricht mit Laptops zunächst *nicht* in Richtung eines konstruktivistischen Unterrichts verschieben, sondern das Gegenteil der Fall ist. In der Anfangsphase nehmen lehrerzentrierte Handlungsmuster (Lehrervortrag, stark durch den Lehrer vorstrukturierte Übungen) im Unterricht vieler Lehrer zu. Dieser Effekt hat sich auf der Grundlage der im vorangegangenen Abschnitt ausgeführten Erfahrungen der ersten Kohorte im Einstiegsjahr sogar in den folgenden Jahrgängen noch verstärkt. Begründet wird dies von den Lehrern damit, dass sich ein stark lehrergeleitetes Vorgehen als zweckmäßig erwiesen habe, um computerbezogene Grundqualifikationen zu vermitteln. Von den Schülern wird ein solches Vorgehen unterschiedlich bewertet. Während diejenigen, die im Umgang mit dem Computer noch unerfahren und unsicher sind, eine lehrergeleitete Vorgehensweise als angemessen empfinden, fühlen sich Schüler, die bereits beim Einstieg in das Projekt über umfangreicheres Vorwissen verfügen, durch den lehrergelenkten Unterrichtsstil eingeschränkt.

Von der Einführungsphase abgesehen, ist der Bereich der Handlungsmuster jedoch derjenige, in dem alle drei Teilstudien die meisten Belege für eine Veränderung der Unterrichtspraxis hin zu mehr konstruktivistischem Lernen erbracht haben. In den Lehrerinterviews wurde deutlich, dass die Lehrer im Rahmen des Projekts durch die Möglichkeiten des elektronischen Editierens, des Experimentierens mit Formeln, des Visualisierens von Daten oder des Austausches und gemeinsamen Bearbeitens von Dateien in allen Fächern vielfältige neue Möglichkeiten der Aufgabenstellungen und der konstruktivistischen Auseinandersetzung mit Fachinhalten entdecken. Anwendungssoftware wurde also - mit den unter 10.1 erläuterten Einschränkungen - ansatzweise im Sinne eines kognitiven Werkzeuges eingesetzt. Zu nennen sind hier auf der äußeren Seite des Unterrichts die vermehrte Konfrontation der Schüler mit offenen und komplexen Aufgabenstellungen und auf der inneren Seite eine Steigerung der Aktivierung der Schüler, eine interessantere Darbietung der Lerninhalte und eine höhere Anschaulichkeit durch alltagsnahe Problemstellungen. Besonders in den Fächern Deutsch und Englisch wurde in diesem Zusammenhang auch auf die qualitative Verbesserung der Projektarbeit hingewiesen. Die vorliegende Studie bestätigt damit die grundsätzlich positive Beur-

teilung von Computern und Laptops im Zusammenhang mit schülerzentrierten und konstruktivistischen Handlungsmustern (Bertelsmann Foundation, 1998; Bruck et al., 1998; Dwyer, 1994; Wiburg et al., 1999). Eine generelle Zunahme, wie sie beispielsweise Bourke und Hillman (1999), Ekhaml et al. (1998), Fouts und Stuen (1997), Rockman et al. (1998) oder Ross et al. (2000) fanden, kann dagegen nicht belegt werden. Die typologische Analyse der Lehrerinterviews zeigt, dass verschiedene Lehrertypen in unterschiedlichem Ausmaß zu einer Veränderung gelangen. So wurde bei Lehrern des Typs 3 (curricular-inhaltlicher Fokus) nur innerhalb eng umgrenzter Unterrichtsphasen eine Hinwendung zu konstruktivistischen Handlungsmustern festgestellt. Bei Typ 2 (Fokus auf Technik und Medienkompetenz) konnte gezeigt werden, dass Handlungsmuster nur oberflächlich und bezogen auf den technischen Umgang mit dem Computer „konstruktivistischer“ wurden. Nur Typ 4 (didaktisch-methodischer Fokus) und 5 (konstruktivistische Integration) setzten relativ kontinuierlich und fachlich substantiell konstruktivistische Handlungsmuster ein.

Die Analyse der Unterrichtsbeobachtungen bestätigt die Aussagen der Lehrer. Sie belegt, ebenso wie die Befragung der Schüler, dass offene Aufgabenstellungen und forschend-kreatives Lernen - für die Gesamtheit der Lehrer und den vollständigen Projektzeitraum betrachtet - nach wie vor auf einem eher niedrigen Niveau stattfinden. Inhalt wie auch Form der Aufgaben werden weiterhin von der Mehrheit der Lehrer relativ stark vorstrukturiert. Auf der Grundlage der Beobachtungsstudie können die Handlungsmuster in ihrer Gesamtheit also lediglich als „weniger eng vorstrukturiert“ und „weniger nachvollziehend-reproduzierend“ denn als „offen“ und „forschend-kreativ“ charakterisiert werden. Das Potenzial, das der Computer als kognitives Werkzeug bietet, wird vor allem im ersten Projektjahr nicht vollständig ausgeschöpft.

Die Interviews, insbesondere die, die dem Typ 4 zugeordnet wurden, deuten jedoch darauf hin, dass der vermehrte Einsatz schülerzentrierter Handlungsmuster und die konstruktivistische Nutzung der Laptops sich in einem längerfristigen Prozess entwickelt. So hat zumindest bei den Lehrern, die dem Typ 4 zugeordnet wurden, die Selbständigkeit, die den Schülern auch bei substanzielleren Unterrichtsaspekten (Themen, Informationsquellen und Arbeitsformen) zugebilligt wird, kontinuierlich zugenommen.

#### **10.4 Veränderung des Rollenverständnisses**

Die Veränderung der Lehrerrolle weg von der des zentralen Wissensvermittlers im Unterricht, die auch Becker (2000), Duffy und McMahon (1999), Dwyer et al. (1990), Hill et al. (2001), Hinsch und Schneider (2001), Fisher und Stolarchuk (1998) und Rockman et al. (1999) fest-

stellten, kann in der Tendenz bestätigt werden. Die Ergebnisse zeigen jedoch auch hier, dass es sinnvoll ist, Veränderungen im Rollenverständnis differenziert zu betrachten, da die Veränderungen, wie schon bei den Sozialformen und Handlungsmustern, qualitativ auf unterschiedlichen Ebenen angesiedelt sind. Veränderungen in der Lehrer- und Schülerrolle wurden nur von einem Teil der Lehrer wahrgenommen, die in der typologischen Analyse den Typen 2, 3 und 4 zugeordnet wurden. Alle drei Lehrertypen stellen fest, dass sie sich im Unterricht mit Laptops im Vergleich zum regulären Unterricht stärker zurücknehmen, wobei wiederum nur für die Lehrer, die dem Typ 4 zugeordnet wurden, eine konsequente und substantielle Veränderung ihres Rollenverständnisses konstatiert werden kann. Nur die Lehrer dieser Gruppe sehen sich nicht allein auf computer-technischer Ebene als Mitlernende und Lernberater (wie die Lehrer, die dem Typ 2 zugeordnet wurden). Nur sie bemühen sich um ein grundsätzlich gleichberechtigteres Verhältnis mit den Schülern im Unterricht, anstatt lediglich für einzelne Projektphasen eine geringe Steigerung der Wahlfreiheit zuzulassen (wie die Lehrer, die dem Typ 3 zugeordnet wurden).

Bestätigt hat sich der Befund, dass einige Lehrer zunächst Probleme haben, die Verantwortung für den Lernprozess an die Schüler abzugeben, wie dies auch in den Studien von Duffy und McMahon (1999), Dwyer (1994), Sheingold et al. (1990) und Wiburg et al. (1999) berichtet wurde. In der vorliegenden Studie handelt es sich hier vor allem um Lehrer der Typen 2 und 3, d. h. Lehrer, die von einem lehrerzentrierten Unterrichtsmodell ausgehen und auf verschiedenen Ebenen mit einer Steigerung der Schülerverantwortung experimentieren. Mit der Erfahrung, dass die Schüler die gestellten Aufgaben mehrheitlich erfolgreich und zunehmend sicher lösen konnten, kehrte bei einigen Lehrern, insbesondere den dem Typ 2 zugeordneten, eine größere Sicherheit bei der Gestaltung von Projektarbeitsphasen ein und die Bereitschaft, die Schüler „laufen zu lassen“, stieg, so dass sie sich im Projektverlauf in der Typologisierung dem Typ 4 annäherten. Die Tatsache, dass eine Rollenveränderung zumeist erst nach einer längeren Zeit des Unterrichtens mit Laptops festgestellt wird (Becker, 2000; Dwyer et al., 1990), lässt sich damit auch in diesem Projekt beobachten.

Wie in anderen Studien (Bruck et al., 1998; Duffy & McMahon, 1999; Hunneshagen et al., 2001b, Rockman et al., 1999; Schofield, 1997) wurde auch hier bestätigt, dass der gemeinsame Erwerb von Computerkompetenz einen bedeutenden Anteil an der Auflösung der klassischen Rollenverteilung im Unterricht trägt. Diese Erfahrung war in der vorliegenden Studie jedoch ambivalent. Die Lehrer sahen zwar, anders als in verschiedenen Studien berichtet (Bruck et al., 1998; Hinsch & Schneider, 2001), die Verschiebung ihrer Rolle hin zu der eines Mitlernenden mehrheitlich positiv. Die Aussagen der Schüler zum Erwerb neuer Software-



Kompetenzen und die typologische Analyse differenzieren dieses Bild jedoch. Es scheint gleichzeitig von der technischen Medienkompetenz der Lehrkräfte und ihrer allgemeinen „Unterrichtsphilosophie“ abzuhängen, ob es in dieser Situation tatsächlich zu einem gemeinsamen Lernen kommt. Insbesondere die Lehrer, deren Medienkompetenz eher gering war und die gleichzeitig grundsätzlich eine eher lehrerzentrierte Idealvorstellung von Unterricht hatten, legten (besonders in der Anfangsphase) Wert auf eine starke Strukturierung, die es ihnen erlaubte, die Unterrichtssituation trotz der eigenen Unsicherheit kontrollieren zu können. Diese Lehrer versuchten, die Situation des „Mitlernens“ zu vermeiden, was besonders von den computererfahrenen Schülern negativ beurteilt wurde. Lehrer mit einer hohen Medienkompetenz und/oder einer eher schülerzentrierten Unterrichtseinstellung gingen dagegen mit der Einführungssituation der Laptops souveräner um. Sie legten weniger Wert auf eine hohe Lenkung und vertrauten stärker darauf, Probleme mit den Schülern gemeinsam lösen zu können.

Widersprüchliche Aussagen bestehen zur Selbständigkeit beim Lernen bzw. zu den Möglichkeiten der Mitbestimmung der Schüler. Die generelle Zunahme, die in zahlreichen anderen Studien gefunden wurde (Bertelsmann Foundation, 1998; Collis & Carleer, 1993; Dwyer et al., 1990; Eschenauer, 1999; Schofield, 1997; Scott et al., 1992), konnte in der vorliegenden Studie nicht eindeutig repliziert werden. Während die Lehrer und auch die Unterrichtsbeobachtung eine Zunahme der Selbständigkeit der Schüler feststellten, waren die Schüler selbst in der Fragebogenbefragung weder der Ansicht, dass sie ihre Arbeitsweise und -tempo stärker selbst bestimmen können als im traditionellen Unterricht, noch dass sie ein größeres Mitspracherecht bei Themen und Inhalten haben. Im Verlauf des Projekts zeigte sich in der ersten Kohorte über die ersten drei Jahre sogar eine eher abnehmende Tendenz. Demgegenüber wurde in den Interviews im Verlauf des Projekts zunehmend häufiger berichtet, dass die Eigenständigkeit beim Lösen von Arbeitsaufträgen zugenommen habe und die Schüler über Themen und Arbeitsformen zunehmend mitbestimmen könnten. Zum einen könnte der gefundene Widerspruch damit zusammenhängen, dass die Schüler qualitativ wie quantitativ von verschiedenen Lehrertypen unterschiedlich stark an der Unterrichtsgestaltung beteiligt wurden (s. o.). Auch die Unterrichtsbeobachtung belegt, dass schülerzentrierte Phasen nach wie vor in ihrer Gesamtheit relativ stark durch den Lehrer initiiert und vorstrukturiert werden (vgl. 10.3). Aus Sicht der Schüler ist deshalb die Wahrnehmung verständlich, dass ihre Mitbestimmungsmöglichkeiten begrenzt waren. Aus Lehrersicht wurde die Eigenständigkeit der Schüler beim Lösen von Aufgaben dagegen positiv als Anstieg der Selbstän-

digkeit bewertet, da sie diesen Unterricht mit ihrem regulären Unterricht, den sie noch wesentlich stärker vorstrukturieren, verglichen.

### 10.5 Veränderung der Lernziele

Im Bereich der Lernziele wurde insgesamt die geringste Veränderung festgestellt. Zwar betont die Mehrzahl der Lehrer und der Schüler, dass zu den curricularen Inhalten die Vermittlung von Computerkompetenzen als neues Lernziel hinzugekommen ist. Auf der Ebene der fachlichen Inhalte hat sich jedoch wenig verändert. Verschiebungen, wie sie bei einer Hinwendung zu einem konstruktivistischen Unterrichtskonzept zu erwarten sind, z. B. eine Fokussierung auf die Vermittlung von alltagsnahem Handlungs- und Anwendungswissen, auf lernstrategisches Wissen und meta-kognitive Kompetenzen sowie die Beteiligung der Schüler an der Auswahl von Lernzielen und -methoden, wurde nur eingeschränkt beobachtet. Von der Mehrzahl der Lehrer wurde die Veränderung der Lernziele, falls eine solche beobachtet wurde, eher als eine „Erweiterung“ der curricular vorgegebenen Lerninhalte charakterisiert, denn als grundsätzliche Neuorientierung. Dabei wurde, besonders von den Lehrern, die den Typen 3, 4 und 5 zugeordnet wurden, jedoch zumindest in der Tendenz eine konstruktivistische Ausrichtung bei den Lernzielen im Laptopunterricht beschrieben (z. B. Steigerung der Alltagsnähe durch komplexere Problemstellungen im Fach Mathematik, Fokus auf strategisch-methodische Kompetenzen beim Umgang mit Texten im Fach Deutsch). Die Ergebnisse deuten somit insgesamt in eine ähnliche Richtung wie die der Befragung von Hunneshagen et al. (2001), die ebenfalls fanden, dass bei der Nutzung des Computers Methodenkompetenzen und Medienkompetenz stärker als im normalen Unterricht in den Vordergrund treten.

Insgesamt wird im Bereich der Lernziele jedoch offensichtlich, wie eng die Grenzen für eine Veränderung des Unterrichts in diesem Projekt durch äußere Rahmenbedingungen gezogen waren. Da die Lernziele des Lehrplans nach wie vor für die Laptoplehrer bindend waren, konnte es hier nur in sehr begrenztem Ausmaß zu Innovationen kommen. So beklagen besonders die Lehrer des Typs 1 und 3, dass die im Lehrplan vorgesehene Stofffülle bereits im traditionellen Unterricht kaum vollständig bearbeitet werden könne. In dieser Hinsicht wurde die Teilnahme am Laptop-Projekt von vielen Lehrern als zusätzliche Belastung empfunden, da die Einführung von Computerkompetenzen sowie die Integration der Geräte in den täglichen Unterricht zunächst wertvolle Unterrichtszeit kosteten. Der Curriculumsdruck wirkte sich damit so aus, dass Lehrer nur zögernd neue Lernformen erprobten oder neue Inhalte und Lernziele in den Unterricht aufnahmen (vgl. 10.7).

## 10.6 Einfluss von Lehrervariablen

Unter den Lehrervariablen zeichnen sich in der vorliegenden Studie vor allem zwei Komplexe als bedeutsam für eine Veränderung des Unterrichts ab. Dies ist zum einen die Computerkompetenz der Lehrer, die eine entscheidende Voraussetzung dafür zu sein scheint, ob die Lehrer die Sicherheit besitzen, von ihrer dominanten Position im Unterricht abzurücken und den Schülern (zumindest beim Erwerb von Computerkompetenz) konstruktivistisches Lernen, d. h. unterschiedliche Lernwege und das Einbringen eigener Ideen und Herangehensweisen zu ermöglichen. Für die Realisierung konstruktivistischer Unterrichtsformen auf fachlicher Ebene scheinen darüber hinaus, wie dies bereits Veen (1995) und Becker (2000) feststellten, die persönlichen Einstellungen der Lehrer von zentraler Bedeutung zu sein. Beide Studien stellten fest, dass Lehrer eine starke Tendenz haben, ihren Unterrichtsstil auch bei der Integration des Computers beizubehalten. Ein konstruktivistischer Unterrichtsstil wurde deshalb in der Regel nur bei Lehrern beobachtet, die ohnehin eine eher schülerzentrierte und konstruktivistische Idealvorstellung von Unterricht hatten. Dieser Aussage stehen zahlreiche Studien entgegen, die eine generelle Hinwendung des Unterrichts zu einer stärker konstruktivistischen Methodik beobachtet haben (Bertelsmann Foundation, 1998; Duffy & McMahon, 1999; Dwyer et al., 1990; Wiburg et al., 1999). Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass der Zusammenhang komplizierter ist, als in den genannten Studien postuliert. Weder kann von einer allgemeinen Veränderung noch von einer generellen Beibehaltung eines jeweiligen Unterrichtsstils ausgegangen werden. Die typologische Analyse fand nur zwei Gruppen von Lehrern, die bei ihrem bisher praktizierten Unterrichtsstil blieben, wie Veen (1995) und Becker (2000) beobachteten. Dabei war die Gruppe derjenigen, die die Arbeit mit Laptops weitgehend einem zuvor praktizierten lehrergelenkten Unterrichtsstil unterordneten, sehr klein (Typ 1). Dieser steht eine ebenso kleine Gruppe von Innovatoren gegenüber. Sie beurteilte den Einsatz der Laptops zwar positiv und als hilfreich für die Realisierung schülerzentrierter und konstruktivistischer Unterrichtsmethoden, jedoch war sie nicht der Ansicht, dass sie ihren Unterrichtsstil durch die Einführung von Laptops verändert hat, da sie sich ohnehin um einen schülerzentrierten Unterrichtsstil bemüht.

Für drei Gruppen, und damit für die Mehrheit der Lehrer in der untersuchten Stichprobe zeigte sich jedoch eine Veränderung ihres Unterrichtsstils infolge der Teilnahme am Laptop-Projekt. Diese Lehrer vertraten grundsätzlich eine eher lehrerzentrierte Vorstellung von Unterricht, die sich im Verlauf der Projekts hin zu einer eher konstruktivistischen Unterrichtssicht wandelte. Unterschiede bestanden allerdings darin, wie tiefgreifend die Veränderungen

waren und welche Rolle das Medium Laptop bei der Veränderung spielte (vgl. 10.2, 10.3 und 10.4). Weiterhin konnte die Tendenz festgestellt werden, dass Lehrer, die zunächst auf die Vermittlung von Medienkompetenz fokussierten, im Verlauf des Projekts häufiger zu einer konstruktivistischen Unterrichtspraxis und einem konsequenten Medieneinsatz gelangten. Ihre Kollegen, die bei der Entscheidung für den Einsatz der Laptops stark vom curricularen Inhalt ausgingen, blieben dagegen auch langfristig häufig bei einem Muster des phasenweisen Einsatzes der Laptops, bei dem es nicht zu einer grundsätzlichen Veränderung der Unterrichtspraxis kam.

Von besonderer Wichtigkeit dafür, dass es in diesem Projekt für eine Reihe von Lehrern zu einer Veränderung der Unterrichtspraxis kam, scheint der Austausch bzw. die Ermutigung der Kollegen zu sein (vgl. 10.7). Im Vergleich zu der Studie von Veen haben die Lehrer in diesem Modellversuch deutlich mehr Unterstützung erhalten, was für die divergierenden Ergebnisse verantwortlich sein könnte. Lehrer, die berichteten, durch die Teilnahme am Laptop-Projekt darin bestärkt worden zu sein, neue Unterrichtsformen zu erproben, haben sich häufig am Modell ihrer Kollegen orientiert.

### **10.7 Rolle des schulorganisatorischen Kontexts**

Hinsichtlich des schulorganisatorischen Kontextes bestätigen sich die Annahmen und Beobachtungen, die in Kap. 3.3.4 dieser Arbeit vorgestellt wurden. Als fördernder Faktor für die Veränderung von Unterricht erwies sich die Unterstützung, die von schulorganisatorischer Seite für die Lehrer angeboten wurde. Besonders die Möglichkeiten der internen Fortbildung und des kollegialen Austauschs bei der Entwicklung von Unterrichtsentwürfen und der Konzeption von Unterrichtsreihen, wurden von vielen Lehrern gelobt. Wie bereits unter 10.6 ausgeführt, schuf eine solche Infrastruktur die Möglichkeit, dass innovative Lehrer ihren konservativeren Kollegen ein Modell dafür boten, wie schülerzentrierte und konstruktivistische Unterrichtsformen mit dem Computer realisiert werden können und sie dazu ermutigten, mit neuen Methoden zu experimentieren. Die unterschiedlichen Integrationsmuster zeigen dabei jedoch, dass auch, wenn sich die Lehrer durch gegenseitige Unterstützung und Diskussion auf ein bestimmtes pädagogisches Vorgehen einigen, ein weiter Spielraum existiert, wie die Laptops vom einzelnen Lehrer im Unterricht eingesetzt werden. Die Interviewstudie, insbesondere die typologische Analyse macht deutlich, dass pädagogisches Konzept und Weiterbildung lediglich einen Orientierungsrahmen bieten, innerhalb dessen nach wie vor ein breites Spektrum von eher lehrerzentrierten bis zu schülerzentrierten Unterrichtsformen realisiert wird.

Weiterhin wurde besonders von Lehrerseite die technische Unterstützung des Projekts durch Schultechniker und Medienkoordinator als äußerst hilfreich gelobt. Für die Lehrer erwies es sich als ungemein förderlich, auf zuverlässige technische Hilfe bei Problemen und Ausfällen zählen zu können. Einige Lehrer hielten das Projekt ohne diese Hilfe für gar nicht durchführbar. Durch die technische Unterstützung wurde nicht nur die Unterrichtsorganisation erleichtert, da Defekte an den Geräten auf ein Minimum reduziert und zügig behoben werden konnten. Sie stärkte auch das Vertrauen der Lehrer, die im Umgang mit den Geräten eher unsicher waren.

Als schulorganisatorisch geschickt hat sich darüber hinaus erwiesen, die Laptop-AG für interessierte Lehrer, die noch nicht mit Laptops unterrichten, zu öffnen. So konnte in der Schule ein günstiges Promotorenmodell realisiert werden, das dazu beigetragen hat, eine wachsende Zahl von Lehrern an dem Projekt zu interessieren<sup>34</sup> und Berührungängste mit dem Medium Computer in der Schule abzubauen. Gleichzeitig muss darauf hingewiesen werden, dass die relativ große Aufgeschlossenheit für neue Medien im Unterricht sicherlich nicht nur dem Laptop-Projekt zu verdanken ist, sondern auch mit der langjährigen Teilnahme der Schule am Medienprojekt in Zusammenarbeit mit der Bertelsmann-Stiftung zusammenhängt (vgl. 6.1). Insofern bestätigt der vorliegende Modellversuch auch die Befunde von Scholl und Prasse (2001), dass eine positive Haltung der Schulleitung, die den Einsatz von Medien befürwortet und unter den Lehrern kontinuierlich für Akzeptanz und Offenheit für den Umgang mit neuen Medien wirbt, von entscheidender Bedeutung für die Verbreitung neuer Medien in der Schule ist.

Die Grenzen des Projekts zeigten sich besonders dort, wo auf schulorganisatorischer Ebene Rahmenbedingungen vorgegeben wurden, die sich nur schwer mit einer Veränderung des Unterrichts in Richtung auf konstruktivistisches Lernen vereinbaren lassen. Dies gilt zum einen für die unter 10.5 angesprochene Bindung an den Lehrplan, die von Seiten der Schulleitung (bzw. ihrer übergeordneten Ebenen) kaum gelockert wurde. Hier erweist es sich als hinderlich, dass in jedem Jahrgang Klassen mit und ohne Laptopnutzung in einem Konkurrenzverhältnis zueinander standen. Für die Einführung konstruktivistischer Unterrichtsmethoden kann eine solche Orientierung am Lehrplan nur kontraproduktiv sein, vor allem, weil die Kompetenzen, die die Schüler im Laptop-Projekt zusätzlich erworben haben, bei einer einseitigen Orientierung an traditionellen Lehrplänen nicht positiv zu Buche schlagen. Dieses Problem wird von Cohen (1988) und Cuban (1994) benannt, und stellte sich auch im „Apple

---

<sup>34</sup> Nach Angabe des Medienkoordinators besuchten im vierten Jahr des Laptop-Projekts bereits mehr als ein Drittel des Kollegiums die Laptop-AG. Außerdem wurde beschlossen, den Unterricht in Laptopklassen in das Schulprofil aufzunehmen und damit zu einem Schwerpunkt des Schulprogramms zu machen.

Classrooms of Tomorrow“-Projekt als zentraler hemmender Faktor für eine konsequente Veränderung des Unterrichts heraus (Dwyer, 1994). Auch andere, bereits von Cohen (1988) und Cuban (1994) angesprochene schulorganisatorische Grundprobleme bestätigten sich in diesem Modellversuch. So wurde bisher die Fächertrennung und die Gliederung des Schultages in 45-minütige Einheiten beibehalten. Auch dies setzt der Realisierung schülerzentrierter und konstruktivistischer Lernformen enge Grenzen. Projektorientiertes Arbeiten ist in einem solchen Setting kaum möglich, da die im Unterricht zur Verfügung stehende Zeit sehr begrenzt ist. Andere selbstorganisierte Arbeitsformen wie Wochenplan-Arbeit lassen sich unter diesen Bedingungen überhaupt nicht realisieren. Insofern erstaunt es nicht, dass bisher so gut wie gar nicht berichtet wurde, dass die Schüler fächerübergreifend arbeiteten, die Bearbeitung von Projekten häufig in die Hausaufgabe verlegt wurde und die beobachteten Laptopstunden nach wie vor eine relativ große Ähnlichkeit mit dem traditionellen lehrergeleiteten gymnasialen Unterricht aufwiesen.

### 10.8 Bedeutung der Mobilität der Computer und Vollausrüstung

Für die Beantwortung der Frage, welche Bedeutung für die beobachteten Veränderungen die Tatsache hat, dass die Schüler in diesem Projekt mit eigenen Geräten, die sie in der Schule und zuhause benutzen konnten, sind die Interview-Aussagen zu den Vor- und Nachteilen von Computerraum vs. Laptop-Projekt besonders aufschlussreich. Zunächst bestätigen die Lehrer das Ergebnis verschiedener anderer Studien (Beynon, 1993; Culley, 1993), dass die erzwungene Gruppenarbeit im Computerraum durch die mangelnde Anzahl von Geräten die Schüler benachteiligt, die gegenüber der Technik zurückhaltender sind. Im Laptop-Projekt gelingt es dagegen, diese Gruppen in ihrer Computerkompetenz zu fördern. Diesen Eindruck bestätigt eine Studie von Schaumburg (2001b), die ebenfalls im Rahmen der Begleitforschung zu diesem Projekt durchgeführt wurde. Auch die Dynamik bei der Gruppenarbeit wird nach Ansicht der Lehrer und, mit Einschränkung auch der Schüler, verbessert, wenn jedem Schüler ein eigener Computer zur Verfügung steht, da die Schüler sich gleichberechtigter einbringen können. Das “I’m the thinkist, you’re the typist“-Muster, mit dem Sheingold et al. (1990) die ungleichgewichtige Aufteilung von Gruppenarbeit am Computer beschreiben, lässt sich bei der Arbeit mit Laptops leichter vermeiden.

Die Transportabilität der Geräte wurde vor allem aus unterrichtsorganisatorischer Perspektive positiv beurteilt. Im Laptop-Projekt wurde damit eine ungleich höhere Flexibilität für den Einsatz von Computern im Unterricht erreicht. Die Computer standen nicht nur jederzeit für die Nutzung im Unterricht zur Verfügung, sie konnten auch für Hausaufgaben eingesetzt

werden, so dass computer-basierte Arbeiten vor- oder nachbereitet werden konnten. Bestimmte langfristige Arbeiten mit dem Computer, wie der Aufbau eines Grammatikarchivs liessen sich ohne die kontinuierliche Nutzung, wie sie im Laptop-Projekt realisiert wurde, nicht verwirklichen. Auch die Integration des Computers als ein Werkzeug, das selbstverständlich neben anderen Unterrichtsmedien genutzt wird, könnte nicht durch gelegentliche Unterrichtsreihen im Computerraum geleistet werden.

### **10.9 Zusammenfassung: Konstruktivistisches Lernen durch Laptops?**

Erfüllen Laptops nun die in sie gesetzte Hoffnung, als Katalysator für eine Reform des schulischen Lernens hin zu einer konstruktivistischen Unterrichtsmethodik zu wirken?

Einiges spricht dafür: Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die Integration von Laptops einen unmittelbaren Wandel des Unterrichts mit sich bringt. Bestimmte Unterrichtsformen und -abläufe, insbesondere der lehrergelenkte Frontalunterricht, werden durch das Vorhandensein der Laptops ausgehebelt oder lassen sich zumindest nur sehr schwer mit Laptops realisieren. Als Ursache hierfür kann die gesteigerte Variationsbreite von Handlungsoptionen, die der Laptop den Schülern bietet, gesehen werden. Dies gilt vor allem für die Vielzahl individueller technischer Fragen und Probleme, die in der Anfangsphase auftauchen und die in der Frontalsituation nur mit großem zeitlichen Aufwand und in für Lehrer und Schüler unbefriedigender Weise gelöst werden können. Für Lehrer und Schüler wird in dieser Phase spürbar, dass der lehrerzentrierte Unterricht, so wie sie ihn kennen, mit Laptops nicht funktioniert. Der Einstieg ins Laptop-Projekt gibt unmittelbar den Anstoß, über eine Veränderung des Unterrichtsablaufs nachzudenken. Viele Lehrer machen bereits an dieser Stelle gute Erfahrungen damit, sich konstruktivistischer Unterrichtsmuster zu bedienen, indem sie Kontrolle und Verantwortung an die Schüler abgeben oder Schülerkooperation zur Lösung von Problemen einsetzen. Der Einsatz konstruktivistischer Unterrichtsmuster auch auf fachlich-inhaltlicher Ebene wird somit durch die Besonderheiten des Laptop-Unterrichts in der Anfangsphase vorbereitet.

Bei der Lösung unterrichtsbezogener Arbeitsaufträge bietet der Laptop den Schülern ebenfalls in verschiedener Hinsicht mehr Spielraum und mehr individuelle Experimentier- und Lösungsmöglichkeiten als traditionelle Medien. Aus Sicht der Lehrer lässt sich auf diese Weise die Selbständigkeit und das explorierende Lernen der Schüler steigern - der Laptop wird also als ursächlich für eine Veränderung des Unterrichts gesehen. Der entscheidende Faktor dürfte jedoch die Aufgabenstellung sein, die den Schülern mehr oder weniger Freiheitsgrade lässt. Prinzipiell lassen sich auch mit klassischen Medien sehr offene und mit dem

Computer hochgradig vorstrukturierte Aufgaben stellen. Bei der Arbeit mit dem Computer ist es nun jedoch so, dass viele Lehrer die Zahl der möglichen Lösungsalternativen selbst nicht vollständig überblicken und gleichzeitig den Schülern, besonders ihre technischen Fertigkeiten betreffend, eine höhere Kompetenz zutrauen als bei Arbeitsaufträgen im regulären Unterricht. Die Lehrer sind deshalb eher bereit, Arbeitsaufträge so zu formulieren, dass sie den Schülern mehr Freiheiten zugestehen. Gleichzeitig zeigen die Schüler, zunächst bezogen auf technische, später auch auf inhaltliche Fragen, ein größeres Selbstvertrauen, von Lehrervorgaben abzuweichen. Auch auf diese Weise verändert der Laptop also die Unterrichtsgestaltung hin zu einer konstruktivistischen Unterrichtspraxis.

Ein dritter Grund, warum Laptops die Funktion eines Katalysators für die Reform des Unterrichts einnehmen, ist, dass das Projekt für die Lehrer einen äußeren Anlass geschaffen hat, die eigene Unterrichtspraxis zu überdenken und sich stärker als sonst im Schulalltag üblich mit Kollegen über Unterrichtsführung und -methodik auszutauschen. Insofern führte die Einführung von Laptops verbunden mit der Zielsetzung, eine Innovation der Unterrichtspraxis anzustoßen, auch auf diesem Weg zu Veränderungen des Unterrichts.

Es kann somit zunächst festgehalten werden, dass die Laptops direkt und indirekt eine Veränderung des Unterrichts bewirken, wobei sie in der Tendenz konstruktivistische und schülerzentrierte Unterrichtsformen unterstützen und lehrerzentrierte Unterrichtsformen schwächen.

Auf der Grundlage der detaillierten Betrachtung der verschiedenen Methodenebenen des Unterrichts sowie weiterer Faktoren wie Lehrervariablen und Rahmenbedingungen muss die Wirkung von Laptops als Schrittmacher für eine Veränderung des Unterrichts jedoch eingeschränkt werden. So zeigt sich, dass die Hinwendung zu einer konstruktivistischen Unterrichtsmethodik auf unterschiedlichen Methodenebenen verschieden schnell und einfach gelingt. Der Bereich der Handlungsmuster weist in der vorliegenden Untersuchung das größte Veränderungspotenzial auf, während hinsichtlich der Lernziele die geringste Veränderung festgestellt wurde. Das Veränderungspotenzial bei Sozialformen und Rollenverständnis liegt zwischen diesen beiden. Der Grund hierfür kann darin gesehen werden, dass auf der Ebene der Handlungsmuster relativ oberflächliche und kurzzeitige Veränderungen möglich sind, ohne dass der Unterricht sich grundsätzlich verändern muss. Auf dieser Ebene kann mit der methodischen Gestaltung von Einzelphasen des Unterrichts experimentiert oder Aufgabenstellungen geringfügig modifiziert werden (z. B. durch Arbeitsaufträge, die die Schüler zum experimentierenden Lernen anregen), ohne dass der Lehrer dabei notwendigerweise Sozialformen, Lernziele oder das Rollenverständnis im Unterricht ändern muss. Eine Neuorientierung des Rollenverständnisses verlangt dagegen ein tiefgreifendes Umdenken und eine grund-



sätzlichere Veränderung des Unterrichts, von der in der Regel auch Handlungsmuster, Sozialformen und, mit Einschränkung, die Lernziele des Unterrichts betroffen sind. Die typologische Analyse hat gezeigt, dass es vom individuellen Lehrer abhängt, wie der Laptop in den Unterricht integriert wird und auf welchem Niveau dabei eine Hinwendung zu konstruktivistischen Unterrichtsmethoden erreicht wird.

Im Bereich der Lernziele kommen bildungspolitische bzw. schulische Rahmenbedingungen hinzu, die eine Hinwendung zu konstruktivistischen Lernzielen, und damit ebenfalls eine grundsätzliche Reform des Unterrichts fördern oder unterbinden können. Die vorliegende Fallstudie macht an diesem Teilaspekt anschaulich, welchen Anteil unterrichtsübergeordnete Ebenen daran haben, dass eine konstruktivistische Unterrichtsmethodik nicht konsequent umgesetzt werden kann.

Laptops können also auf dem Weg zu einer konstruktivistischen Innovation des Unterrichts wichtige Impulse geben. Als Motor für eine Veränderung reicht aber die Bereitstellung der Technik und begleitender Fortbildungsmaßnahmen nicht aus. Hinzu kommen müssen individuelle Hilfestellungen für Lehrer, um sie, abhängig von ihrem bisher praktizierten Unterrichtsstil, ihren didaktischen Kenntnissen und Erfahrungen und ihrer Innovationsbereitschaft darin zu unterstützen, sich einer konstruktivistischen Unterrichtspraxis anzunähern. Von entscheidender Bedeutung ist darüber hinaus die Bereitschaft, sich zumindest auf der Ebene der Einzelschule von den Anforderungen des Curriculums und anderen bildungspolitischen Vorgaben zu lösen, um eine umfassende Veränderung des Schulunterrichts zu erreichen.

## 11. Ausblick

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, den Zusammenhang von Laptop-Einsatz mit der Realisierung eines konstruktivistischen Unterrichts zu untersuchen. Dieses Forschungsfeld, dessen Verständnis bisher lückenhaft ist, wurde explorativ untersucht, um differenzierte Ergebnisse darüber zu erhalten, ob und wie die Integration des Computers auf unterschiedlichen Methodenebenen des Unterrichts wirkt. Die Studie strebte also nicht an, verallgemeinerbare Aussagen zu liefern, wohl aber, mögliche Wirkmechanismen aufzuzeigen, die die Grundlage zukünftiger hypothesenprüfender Untersuchungen sein könnten. An dieser Stelle wird reflektiert, wo die Grenzen der vorliegenden Untersuchung liegen und welche Richtung zukünftige Forschungsbemühungen, aufbauend auf der vorliegenden Arbeit, nehmen könnten. Abschließend werden auf der Grundlage der vorliegenden Ergebnisse vorläufige Empfehlun-

gen entwickelt, wie die Integration von Laptops in den Schulunterricht erfolgreich gestaltet werden kann.

### **11.1 Grenzen der vorliegenden Untersuchung und Anregungen für zukünftige Forschungsarbeiten**

Die vorliegende Studie wurde auf der Basis eines Einzelfalls durchgeführt, der vermutlich in zahlreichen Bereichen wenig prototypisch für Schulen in Deutschland ist. Der starke und langjährige Fokus der Schule auf medienpädagogische Interventionen im Unterricht, die spezifischen Projektziele, die schulischen Unterstützungsmaßnahmen und Besonderheiten im Ablauf des Projekts (z. B. die Verarbeitung der Erfahrungen aus dem ersten Projektjahr) schränken die Übertragbarkeit der Ergebnisse ein. An einer anderen Schule würde ein ähnliches Projekt sicherlich nicht identisch verlaufen. Im vorliegenden Design wurde der Versuch unternommen, diese Beschränkung zu kompensieren, indem die Bedeutung der schulischen Rahmenbedingungen explizit, auch in Kooperation mit den Beteiligten, reflektiert wurde. Weiterhin wurden die Ergebnisse mit den Befunden anderer Studien, die unter abweichenden Bedingungen durchgeführt wurden, in Beziehung gesetzt. Auf diese Weise konnte, zumindest in Teilbereichen, gezeigt werden, welchen Anteil die schulischen Gegebenheiten an den Projektergebnissen hatten und wo die Ergebnisse einen Anspruch auf eine über dieses spezifische Projekt hinausgehende Gültigkeit haben. Dennoch kann zunächst ganz allgemein für zukünftige Studien empfohlen werden, eine größere Anzahl von Schulen einzubeziehen, um die gefundenen Ergebnisse abzusichern und durch einen kontrastiven Vergleich verschiedener Fälle genauere Kenntnis über den Einfluss unterrichtsexterner Faktoren auf den Verlauf von Laptop-Projekten zu erhalten.

Dies ist auch deshalb sinnvoll, da das Geflecht von Faktoren, die den Unterricht beeinflussen, kaum in einer einzelnen Studie Berücksichtigung finden kann. Die vorliegende Studie bemühte sich zwar um ein multiperspektivisches Vorgehen, bei dem unterschiedliche relevante Faktoren betrachtet wurden. Um die Menge der betrachteten Aspekte überschaubar zu halten, wurden jedoch zahlreiche potenziell relevante Faktoren von der Betrachtung ausgeschlossen (z. B. der gesamte Bereich der häuslichen Nutzung der Laptops, von dem angenommen werden kann, dass auch er auf die schulische Nutzung wirkt) oder nur im Ansatz einbezogen (z. B. der Bereich der Lehrervorbereitung und -fortbildung oder die Entwicklung der Schülermotivation). Für zukünftige Studien wäre es deshalb sinnvoll, den Fokus auf unterschiedliche Teilbereiche von Einflussfaktoren zu richten, um weitere Wirkungszusammenhänge zu ermitteln und so das komplexe Gefüge von Unterricht und seinen Kontext-

bedingungen zunehmend präziser beschreiben zu können. Hierzu gehört auch eine genauere Analyse des Unterrichtsgeschehens auf Schülerebene, mit der sich detaillierter feststellen ließe, welche Wirkung die didaktische Veränderung des Unterrichts bei den Schülern erzielt, inwieweit sie tatsächlich konstruktivistisches Lernen anregt und wie Veränderungen von Schülervariablen (Motivation, Kenntnisse, Verhalten) auf die Gestaltung des Unterrichts zurückwirken. Gewinnbringend wäre dabei eine detailliertere Beobachtung des Schülerverhaltens im Unterricht als dies in dieser Studie geleistet werden konnte. Denkbar ist auch die Messung eines konstruktivistischen Lernfortschritts anhand von Schülerprodukten oder mithilfe geeigneter Testaufgaben.

Zu einer vollständigen Betrachtung der kontextuellen Faktoren gehört es auch, die Rolle der Computer-Ausstattung genauer zu evaluieren. Die vorliegende Studie konnte den Einsatz mobiler Computer mit dem stationärer Geräte in einem Computerraum kontrastieren, da alle Beteiligten mit beiden Ausstattungsalternativen innerhalb der Projektschule Erfahrungen sammeln konnten. Über die Vor- und Nachteile eines Laptop-Projekts im Vergleich zu anderen Modellen der Computerintegration (beispielsweise Computercluster in den Klassenräumen) ist damit jedoch wenig ausgesagt. Vor dem Hintergrund der Befunde von Becker (2000), der fand, dass für stationäre Computer die Wahrscheinlichkeit der Computernutzung mit der Ausstattungsdichte und der Zugänglichkeit von Computern stieg und der Kritik von Albion (1999), der bemängelt, dass der spezifische Vorteil von Laptops bisher nicht bewiesen sei, sind weitere vergleichende Studien notwendig. Derzeit könnte dies in Deutschland aufgrund der geringen Ausstattungsdichte mit Computern vermutlich nur realisiert werden, indem unterschiedliche Modellversuche kontrastiert oder verschiedene Alternativen innerhalb einer oder mehrerer Schulen im Rahmen einer Pilotstudie implementiert werden.

Hingewiesen werden muss auch darauf, dass das pädagogische Konzept der Schule sich an reformpädagogischen Grundsätzen orientierte. Die Zielsetzung des Modellversuchs bestand also nicht explizit darin, einen konstruktivistischen Unterricht zu realisieren. Die Überschneidungen der beiden Ansätze sind jedoch, gerade auf der äußeren Seite der Realisierung von Unterrichtsmethoden, so groß, dass es gerechtfertigt erscheint, die Erfahrungen des evaluierten Projekts im Hinblick auf die Forschungsfrage nach der Bedeutung mobiler Computer für die Umsetzung *konstruktivistischer* Unterrichtsmethoden zu interpretieren. Dennoch ist für zukünftige Untersuchungen zu empfehlen, Projekte zu evaluieren, die Laptops ausdrücklich unter der Zielsetzung einführen, eine konstruktivistische Unterrichtspraxis zu realisieren.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie haben auch deshalb einen eingeschränkten Geltungsbereich, da sie auf der Befragung und Beobachtung von Lehrern und Schülern beruhen, die

sich freiwillig zur Teilnahme an dem Modellversuch bereiterklärt haben. Kategorische „Innovationsablehner“ (Bleschke, Ehmke & Senkbeil, 2002) wurden nicht in die Analyse einbezogen. Insofern können die Ergebnisse nur für die Gruppe von Lehrern und Schülern Gültigkeit beanspruchen, die medientechnischen Neuerungen aufgeschlossen gegenüber stehen und eine grundsätzliche Bereitschaft zeigen, sich an solchen zu beteiligen. Es kann vermutet werden, dass sich bei wenig innovationsbereiten Lehrern ein ähnliches Integrationsmuster zeigt, wie es in der vorliegenden Studie für den Typ 1 herausgearbeitet wurde. Geklärt werden könnte dies jedoch nur, indem ein breiteres Lehrerspektrum in zukünftige Untersuchungen einbezogen wird. Relativ ungenau und lückenhaft sind in diesem Zusammenhang auch die Variablen untersucht worden, die die persönliche Innovationsbereitschaft der Lehrer beeinflussen bzw. ursächlich für die gefundenen Unterschiede in den Integrationsmustern sind. So kann vermutet werden, dass neben den in dieser Studie betrachteten Überzeugungen zur Unterrichtsführung (lehrerzentriert vs. schülerzentriert) und der Computerkompetenz weitere personenspezifische Variablen eine Rolle spielen. Die vorliegenden Ergebnisse deuten darauf hin, dass Selbstwirksamkeitserwartungen und Ambiguitätstoleranz weitere psychologische Merkmale darstellen, die beeinflussen, wie Lehrer Computer im Unterricht einsetzen. Auch hier könnten weitere Studien die vorliegenden Ergebnisse erklären und differenzieren.

Für die Interpretation der Ergebnisse problematisch ist auch die Tatsache, dass die Untersuchung der Veränderung der Unterrichtsmethodik nur einen Teilbereich der umfangreicheren Begleitforschung zu dem vorliegenden Pilotprojekt darstellt. Für die Innovationsbereitschaft der beteiligten Lehrer von besonderer Bedeutung ist hierbei, dass im Rahmen der Begleitforschung auch die curricularen Leistungen der Laptopschüler im Vergleich zu Nicht-Laptopklassen untersucht wurden. Dies hat möglicherweise dazu geführt, dass sich die Lehrer im Laptop-Projekt unter einem „stillen Leistungsdruck“ gesehen haben. Die Begleitforschung könnte damit das in Kapitel 10.7 erläuterte Konkurrenzverhältnis zu den nicht mit Laptops ausgestatteten Parallelklassen noch verstärkt haben. In Kapitel 10.7 wurde hierzu bereits auf Studien verwiesen, die gezeigt haben, dass curriculärer Leistungsdruck und eine starke Lehrplanbindung die Abkehr von konventionellen Unterrichtsmethoden und die Innovation des Unterrichts tendenziell hemmt. Es muss also davon ausgegangen werden, dass die kontextuellen Bedingungen der Begleitforschung, insbesondere die durchgeführten Fachleistungstests, dazu geführt haben, dass das Innovationspotenzial durch Laptops für den Unterricht möglicherweise unterschätzt wurde.

Kritisch beleuchtet werden muss in diesem Zusammenhang auch das formative Vorgehen der Begleitforschung. Zwischenergebnisse wurden an Schulleitung, Lehrer und Schüler zurückgemeldet in dem Bestreben, Erfolge und Probleme beim Einsatz der Laptops zu verdeutlichen und so den Ablauf des Projekts günstig zu beeinflussen. Da ein Ziel der Begleitforschung also explizit darin bestand, Einfluss auf den Verlauf des Projekts zu nehmen, lässt sich nicht zweifelsfrei klären, ob die Integration von Laptops ähnlich verläuft, wenn sie nicht von einer Forschungsmaßnahme wie im vorliegenden Fall begleitet wird. Gleichzeitig muss darauf hingewiesen, dass die Evaluation sich eng an den Zielsetzungen, die von Schulleitung, Lehrern und Eltern vor Beginn des Projekts (und ohne das Forscherteam) erarbeitet worden waren, orientierte und weder konkrete Handlungsempfehlungen oder sonstige Maßnahmen zur Veränderung des Projektverlaufs vorschlug. Insofern stellte die Begleitforschung lediglich eine zusätzliche Informationsquelle (neben den Diskussionen in der Laptop-AG und dem informellen Austausch von Lehrern, Schülern und Schulleitung) zum Projektverlauf dar, hatte jedoch nicht den Zweck, in das Projekt durch schulfremde Zielvorgaben oder externe Maßnahmen einzugreifen. Zudem wurden Zwischenergebnisse im beobachteten Zeitraum lediglich an zwei Zeitpunkten (am Ende des ersten und des zweiten Projektjahrs) rückgemeldet. Es wird deshalb davon ausgegangen, dass die hier berichteten Befunde kein Artefakt der Begleitforschung darstellen. Gleichwohl sollte bei zukünftigen Untersuchungen darüber nachgedacht werden, ob statt formativer Evaluation eine summative Evaluation am Ende einer längeren Projektlaufzeit sinnvoll ist, um Aufschluss darüber zu erhalten, wie sich die Integration von Laptops unbeeinflusst von externer Beobachtung vollzieht. Allerdings würde durch ein solches Verfahren die Chance vertan, durch prozessbegleitende Forschung frühzeitig ungünstige Entwicklungen aufzuzeigen und so entstehende Probleme umgehend zu lösen.

Eine weitere Fehlerquelle stellt die sozial (bzw. im Sinne der Projektziele) erwünschte Beantwortung von Fragebögen und Interviewfragen sowie das mögliche erwünschte Verhalten bei der Unterrichtsbeobachtung dar. Um diese Verzerrungen zu minimieren, wurde, wie in Kapitel 6.3 dargestellt, mit mehreren Untersuchungsmethoden gearbeitet und die Ergebnisse der Einzelstudien auf Konsistenz verglichen. Darüber hinaus wurden die Befragten vor den Erhebungen zu einer ehrlichen Beantwortung aufgefordert. Die Daten wurden, wenn möglich, anonym erhoben bzw. den Befragten/Beobachteten wurde die Anonymisierung der Daten zugesichert, um sie zu einer ehrlichen und wahrheitsgetreuen Beantwortung der Fragebögen zu ermutigen.

Schließlich sollte der Zeitpunkt der Untersuchung nicht aus dem Auge verloren werden. Auch wenn in die Analyse Daten aus den ersten drei Projektjahren eingingen, so stammt ein großer Teil der Beobachtungen aus den ersten beiden Jahren, die die jeweils beobachteten Kohorten an der Untersuchung teilnahmen. Wie andere Untersuchungen (Becker, 2000; Collis & Carleer, 1993; Dwyer et al., 1990) zeigen, vollzieht sich die Veränderung des Unterrichts zu einer konstruktivistischen Methodik z. T. über deutlich längere Zeiträume. Insofern muss das Ergebnis als Momentaufnahme eines Entwicklungsprozesses gesehen werden, der zum Zeitpunkt der Berichtlegung noch nicht abgeschlossen war. Die vorliegende Studie konnte für den beobachteten Zeitraum zeigen, welche Muster sich bei der Computerintegration herausbilden. Dabei erlaubt sie auch erste Rückschlüsse auf die Entwicklung einer konstruktivistischen Nutzung der Geräte. Für ein genaueres Verständnis dieses Prozesses wäre es jedoch hilfreich, die Beobachtung in den kommenden Jahren fortzusetzen, um die Vermutung zu bestätigen, dass ein früher Fokus auf die Vermittlung von Computerkompetenz für eine umfassendere Innovation des Unterrichts hilfreich und ein früher Fokus auf curricular-inhaltliche Aspekte eher abträglich ist. Des Weiteren wäre eine langfristige Beobachtung von Laptop-Initiativen auch sinnvoll um zu klären, ob diese Initiativen zur nachhaltigen Integration von Computern in den Schulunterricht führen, wie dies von Befürwortern solcher Projekte proklamiert wird.

## 11.2 Empfehlungen für die Durchführung von Laptop-Projekten

Auch wenn die Frage, ob und unter welchen Bedingungen die Integration mobiler Computer eine konstruktivistische Unterrichtspraxis fördert, nicht abschließend geklärt werden konnte, so hat die vorliegende Studie doch zahlreiche Ergebnisse erbracht, aus denen sich praktische Empfehlungen für die Gestaltung von Laptop-Projekten ableiten lassen.

Das schulische Konzept einer Integration von Laptops unter aktiver Mitwirkung von Schulleitung, beteiligten Lehrern und Eltern hat sich grundsätzlich als erfolgreich erwiesen, um die Akzeptanz für das Projekt zu sichern und Transparenz und Kooperation bei der Planung und Durchführung des Projekts zu erreichen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die auf dieser Ebene formulierten Projektzielsetzungen relativ allgemein und unverbindlich sind und, für sich genommen, nicht ausreichen, um eine entsprechende Innovation der Unterrichtspraxis zu realisieren. Dies gelang nur phasenweise bzw. nur einem Teil der beteiligten Lehrer. Die Ergebnisse vergleichbarer Studien deuten darauf hin, dass sich durch eine präzisere Formulierung der Zielsetzungen sowie gezieltere Fortbildungen und Unterstützung der Lehrer besonders im Hinblick auf die didaktische Einbindung der Computer bessere Ergebnisse erzielen lassen. Neben einer Laptop-AG, die dem allgemeinen Austausch dient, und eher technisch

orientierten Fortbildungen, die beide im Rahmen des Projekts gut akzeptiert wurden, wäre es deshalb sinnvoll, speziellere didaktische Unterstützung, wenn möglich in einem ähnlichen Format wie die technische Fortbildung (d. h. „on demand“ und mit geringst möglichem Zusatzaufwand für die Beteiligten) anzubieten. Es müsste hierzu jedoch vermutlich zunächst ein Bewusstsein geschaffen werden, dass solche Fortbildungen notwendig und gewinnbringend sind. Denkbar wäre, dass auf der Grundlage der Zielsetzungen, auf die sich die beteiligten Parteien geeinigt haben, Instrumente für die interne Evaluation des Unterrichts entwickelt werden, die den Lehrern Rückmeldung über ihre Erreichung der didaktisch-methodischen Projektziele geben. Auch der Ausbau des bestehenden „Co-Teaching“-Systems könnte eine Maßnahme darstellen, mit der die Lehrer durch Austausch und Feedback dazu angeregt werden, ihren Unterricht zu verbessern.

Neben didaktisch-methodischen Konzepten sollte auch die Förderung der Computerkompetenz der Lehrkräfte zu den Inhalten von Fortbildungen zählen, da sich in der vorliegenden Studie gezeigt hat, dass auch sie einen Einfluss darauf haben können, ob die Lehrer bereit sind, die Computer für konstruktivistisches Lernen einzusetzen. Da das Fortbildungskonzept der untersuchten Schule insgesamt eine hohe Akzeptanz fand, kann das Format kurzer und dem Bedarf angepasster interner Fortbildungen grundsätzlich empfohlen werden. Förderlich hat sich in diesem Zusammenhang besonders für die weniger computerkompetenten Lehrer auch erwiesen, zusätzliche Unterstützung durch einen Medientechniker bereitzustellen. Dies sollte in vergleichbaren Projekten unbedingt beibehalten werden, da es die Lehrer entlastet und ihre Akzeptanz und Innovationsbereitschaft stärkt.

Besonders das erste Projektjahr war im vorliegenden Modellversuch mit Problemen und Störungen behaftet. Dies hat auch dazu geführt, dass innovative Unterrichtsmethoden, vor allem im Bereich der Projektarbeit, verworfen und im weiteren Verlauf nur von einigen Lehrern wieder aufgegriffen wurden. Es sollte deshalb ein schrittweises Vorgehen eingehalten werden, das Lehrern und Schülern Zeit gibt, sich an die veränderte Situation des Unterrichts mit Laptops zu gewöhnen, bevor zunehmend stärker von der gewohnten Unterrichtspraxis abgewichen wird. Die Erfahrungen der Kohorten, die der „Pioniergeneration“ im vorliegenden Projekt folgten, haben gezeigt, dass es sinnvoll sein kann, im Einstiegsjahr zumindest in den ersten Monaten von komplexen Unterrichtsprojekten Abstand zu nehmen. Wichtig erscheint es auch, Projektarbeit in verschiedenen Fächern sorgfältig zu koordinieren, um einer Überforderung der Schüler vorzubeugen. Gleichzeitig sollte jedoch verhindert werden, dass eine solche Richtlinie dazu führt, dass die Reformbereitschaft der Lehrer frühzeitig geschwächt wird.

Für die Einstiegsphase kann ebenfalls festgehalten werden, dass im Hinblick auf die Vermittlung von Computerkompetenz das Potenzial computer-kompetenter Schüler von vielen Lehrern nicht genügend ausgeschöpft wurde. Dieses Problem steht in direktem Zusammenhang mit der oben bereits angesprochenen Computerkompetenz der Lehrer, da sie über ein relativ hohes Maß an Kenntnissen verfügen müssen, um die Kompetenzen der Schüler und damit ihr Potenzial für die Mitgestaltung der Einführungsphase einschätzen zu können. Im vorliegenden Versuch hat sich jedoch gezeigt, dass es nicht nur von der Computerkompetenz der Lehrer abhängt, sondern auch von ihrem jeweiligen Unterrichtsstil, wie stark sie es zulassen, dass sich die Schüler in dieser Phase mit Vorschlägen einbringen und ihre Mitschüler unterstützen. Didaktisch-methodische Fortbildungen sollten deshalb auch dahingehend konzipiert werden, dass sie den Lehrern helfen, die „Unkontrollierbarkeit“ der Unterrichtssituation in der Einführungsphase besser zu ertragen und Verantwortung an die Schüler abzugeben.

Zur Entlastung der Schüler auf unterrichtsorganisatorischer Ebene ist schließlich zu fordern, dass befriedigende Lösungen für den Transport der Geräte gefunden werden. Das erhöhte Gewicht und die transportbedingte Defektanfälligkeit hat sich, nicht nur in der vorliegenden Studie, als einer der Hauptkritikpunkte an Laptop-Projekten gezeigt. Mögliche Lösungen hierfür könnten darin bestehen, das Gewicht der Schultaschen dadurch zu reduzieren, dass andere Materialien, besonders Lehrbücher, in der Schule gelassen werden. Auch bleibt zu hoffen, dass sich mit fortschreitender technischer Entwicklung das Gewicht mobiler Computer und ihre Defektanfälligkeit reduzieren werden.

Sehr schwer beantworten lässt sich abschließend die Frage, ob Laptop-Projekten grundsätzlich gegenüber anderen Initiativen zur Reform und Innovation schulischen Unterrichts und gegenüber anderen Modellen der schulischen IT-Ausstattung der Vorzug gegeben werden sollte. Die Ausstattung jedes Schülers mit einem eigenen mobilen Computer gilt als die kostenintensivste Variante der IT-Ausstattung von Schulen (Kubicek & Breiter, 1998). Hinzu kommt, dass neben der Investition in die Geräte die Einrichtung der Netz-Infrastruktur, die Bereitstellung von Software und besonders die Wartung und Instandhaltung der Technik hohe Folgekosten verursacht. Kubicek und Breiter (1998) gehen davon aus, dass die Anschaffung von Laptops einschließlich der dazugehörigen Infrastruktur je nach Schulgröße einmalige Kosten zwischen DM 8.000 und DM 8.500 (pro Schüler) verursacht. Hinzu kommen jährliche Wartungskosten von DM 2.200 bis DM 2.800 (pro Schüler). Da diese Kosten nicht allein durch die öffentliche Hand aufgebracht werden können, ist man sich einig, dass Laptop-Projekte sich nur mit der Hilfe externer Sponsoren realisieren lassen. Nicht zuletzt werden



auch die Eltern gefordert sein, sich an den Kosten für die Computerausstattung der Schulen zu beteiligen. Dabei werfen bereits Kubicek und Breiter (1998) die Frage auf, inwieweit es mit dem Bildungsauftrag und der Verpflichtung zur Chancengleichheit vereinbar ist, dass möglicherweise das Einkommen der Eltern darüber entscheidet, ob und mit welcher Technik die Schüler in der Schule lernen können. Es ist deshalb davor zu warnen, zu leichtfertig die Anschaffung von Laptops zu propagieren, bevor solche sozialen Fragen geklärt sind.

Schließlich muss noch einmal darauf hingewiesen werden, dass die vorliegende Studie zwar zeigen konnte, dass es mit mobilen Computern gelingen kann, Innovationen des Unterrichts anzustoßen und dass Laptops hierbei über ein größeres Potenzial verfügen als stationäre Computer. Gleichzeitig erwies sich die Innovationskraft mobiler Computer aus verschiedenen Gründen als begrenzt. Solange nicht die Bereitschaft und die Möglichkeit besteht, mit der Einführung von Laptops gleichzeitig entsprechende Rahmenbedingungen zu schaffen, um das Innovationspotenzial mobiler Computer voll auszuschöpfen, muss die Sinnhaftigkeit einer solchen Investition infrage gestellt werden.

Angesichts der skizzierten Vorbehalte wird eine breite bildungspolitische Initiative zur Integration mobiler Computer in der Schule skeptisch beurteilt. Insbesondere sollte ihr schließlich eine sorgfältige Evaluation von alternativen Maßnahmen zur Innovation der Unterrichtspraxis (z. B. Verbesserung der Lehreraus- und fortbildung, Verringerung der Klassenstärken, Erweiterung des Kursangebots, Schulentwicklungsmaßnahmen) vorausgehen um zu klären, ob sich mit vergleichbarem oder geringerem finanziellen Aufwand nicht ein ähnlicher oder gar stärkerer Effekt zur Verbesserung des schulischen Lernens erzielen lässt.

## 12. Literatur

- Abrams, R. (1999). *Laptop computers in an all-girls school: hearing the student voice in an evaluation of technology use*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA), April 24-28, New Orleans, LA.
- Achtenhagen, F. (1984). Qualitative Unterrichtsforschung. Einige einführende Bemerkungen zu einer kontrovers diskutierten Problematik. *Unterrichtswissenschaft*, 12, 206-217.
- Albion, P. (1999). Laptop orthodoxy: Is portable computing the answer for education? *Australian Educational Computing*, 14 (1), 5-9.
- Anderson, B., Eckles, A. & Sutter, B. (2001). *Technology in use and patterns of interaction in play and learning at the Fifth Dimension*. Ronneby: University of Karlskrona. Internet Dokument: <http://www.ronneby.se/learning-lab/5d/article.htm> [14.10.02]
- Anderson, R. E. & Ronnkvist, A. (1999). *The presence of computers in American schools. Teaching, Learning and Computing Suvey 1998*. Report #2. Center of Research on Information Technology and Organizations. Irvine: University of California. Internet Dokument: [http://www.crito.uci.edu/tlc/findings/Computers\\_in\\_American\\_Schools/report2\\_text\\_tables.pdf](http://www.crito.uci.edu/tlc/findings/Computers_in_American_Schools/report2_text_tables.pdf) [14.10.02]
- Azevedo, R. & Bernard, R. M. (1995). A meta-analysis of the effects of feedback in computer-based instruction. *Journal of Educational Computing Research*, 13 (2), 111-127.
- Bangert-Drowns, R. L., Kulik J. A. & Kulik C.-L. (1985). Effectiveness of computer-based education in secondary schools. *Journal of Computer-Based Instruction*, 12 (3), 59-68.
- Barrows, H. S. & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: an approach to medical education*. New York: Springer Verlag.
- Baumgartner, P. & Payr, S. (1994). *Lernen mit Software*. Innsbruck: Österreichischer Studienverlag.
- Becker, H. J. (2000). *Findings from the teaching, learning and computing survey: Is Larry Cuban right?* Revision of a paper presented at the School Techology Leadership Conference of the Council of Chief State School Officers. January, Washington, D. C. Internet Dokument: <http://www.crito.uci.edu/tlc/findings/ccsso.pdf> [15.10.02]
- Becker, H. J., Wong, Y. T. & Ravitz, J. L. (1999). *Computer use in Co-NECT schools, a comparative survey. Teaching, Learning, and Computing: 1998 National Survey*. Special Report. Irvine: University of California. Internet Dokument: [http://www.crito.uci.edu/tlc/findings/Co-nect/co-nect\\_report.pdf](http://www.crito.uci.edu/tlc/findings/Co-nect/co-nect_report.pdf) [15.10.02]
- Berner, H. (1999). *Didaktische Kompetenz*. Bern: Verlag Paul Haupt.
- Bertelsmann Foundation (1998). *The potential of media across the curriculum*. Gütersloh: Bertelsmann Foundation Publishers.
- Bertelsmann Stiftung & Evangelisch Stiftisches Gymnasium (2001). *Medienbildung in der Schule*. Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung.
- Beynon, J. (1993). Computers, dominant boys and invisible girls: Or 'Hannah, it's not a toaster, it's a computer!' In J. Beynon & H. Mackay (Eds.), *Computers into classrooms. More questions than answers* (pp. 160-189). London: Falmer Press.

- Beynon, J. & Mackay, H. (1993). More questions than answers. In J. Beynon & H. Mackay (Eds.), *Computers into classrooms. More questions than answers* (pp. 1-18). London: Falmer Press.
- Bielaczyc, K. & Collins, A. (1999). Learning communities in classrooms: a reconceptualization of educational practice. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models. A new paradigm of instructional theory* (Vol. 2, pp. 269-292). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Birkholtz, C. (2000). A guide on the side not a sage on the stage. *Ten Sigma Catalyst*, 2 (2). Internet Dokument: [http://www.tensigma.org/catalyst\\_pdfs/catalyst.vol2num2.pdf](http://www.tensigma.org/catalyst_pdfs/catalyst.vol2num2.pdf) [29.10.02]
- Bleschke, M. G., Ehmke, T. & Senkbeil, M. (2002). *Typologie zur Nutzung von neuen Medien bei Lehrkräften*. Vortrag auf dem 43. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie, 22.-26. September, Berlin.
- Blömeke, S. (2002). *Handlungsmuster von Lehrerinnen und Lehrern beim Einsatz neuer Medien*. Vortrag auf der Herbsttagung der Kommission Medienpädagogik der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft, 10.-11. September, Berlin.
- BMBF (2000). „Anschluss statt Ausschluss“. *IT in der Bildung*. Papier zum Handlungskonzept „IT in der Ausbildung“. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung. Internet Dokument: [http://www.bmbf.de/presse01/KONZE\\_IT\(2\).pdf](http://www.bmbf.de/presse01/KONZE_IT(2).pdf) [29.01.02].
- BMBF (2001). *IT-Ausstattung der allgemein bildenden und berufsbildenden Schulen in Deutschland. Eine Bestandsaufnahme vom März 2001*. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung. Internet Dokument: [http://www.bmbf.de/pub/it-ausstattung\\_der\\_schulen.pdf](http://www.bmbf.de/pub/it-ausstattung_der_schulen.pdf) [15.10.02]
- BMBF (2002). *IT-Ausstattung der allgemein bildenden und berufsbildenden Schulen in Deutschland. Eine Bestandsaufnahme vom Mai 2002*. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung. Internet Dokument: [http://www.bmbf.de/pub/it-ausstattung\\_der\\_schulen\\_2002.pdf](http://www.bmbf.de/pub/it-ausstattung_der_schulen_2002.pdf) [01.11.02]
- Bodendorf, F. (1990). *Computer in der fachlichen und universitären Ausbildung*. München: Oldenbourg Verlag.
- Boeckmann, K. & Heymen, N. (1990). *Unterrichtsmedien selbst gestalten*. Neuwied: Luchterhand.
- Bönsch, M. (2000). *Praxishandbuch Gute Schule*. Hohengehren: Schneider Verlag.
- Bortz, J. (1993). *Statistik für Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Berlin: Springer.
- Bortz, J. & Döring, N. (1995). *Forschungsmethoden und Evaluation* (2. Aufl.). Berlin: Springer.
- Bosch, K. A. (1993). Is there a computer crisis in the classroom? *Schools in the Middle*, 2 (4), 7-9.
- Bourke, V. & Hillman, K. (1999). *Learning with laptops*. Balwyn High School. Executive Summary. Internet Dokument: <http://www.sofweb.vic.edu.au/pd/r&d/rptbhs2.htm> [14.1.2001]
- Breiter, A. (2001). *IT-Management in Schulen*. Neuwied: Luchterhand.
- Brophy, J. & Good, T. L. (1986). Teacher behavior and student achievement. In Wittrock, M. L. (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3. ed., pp. 328-375). New York: Macmillan.

- Bruck, P. A., Stocker, G., Geser, G. & Pointner, A. (1998). *Noten für's Notebook: Von der technischen Ausstattung zur pädagogischen Integration*. Zweiter Zwischenbericht: Erhebung und Evaluation von Projekten in Österreich an Hand des Notebook-Projektes. Salzburg: Techno-Z FH Forschung und Entwicklung GmbH.
- Bruckman, A. (1997). *MOOSE Crossing: Construction, community and learning in a networked world for kids*. Dissertation, MIT Media Lab, Cambridge, MA. Internet Dokument: <http://asb.www.media.mit.edu/people/asb/thesis/> [15.10.02]
- Bundesarbeitskreis "Lernen mit Notebooks" (2002). *Notebookschulen in Deutschland*. Internet Dokument: <http://www.lernen-mit-notebooks.de/schulen.htm> [01.11.02]
- Carey, D. M. (1991). Teacher posture in a computing environment. In D. Carey, R. Carey, D. A. Willis & J. Willis (Eds.), *Technology and teacher education annual 1991* (pp. 315-319). Greenville, NC: Society for Technology and Teacher Education.
- Carroll, J. (1963). A model of school learning. *Teachers College Record*, 64, 723-733.
- Chan, T.-W., Hue, C.-W., Chou, C.-Y. & Tzeng, O. J. L. (2001). Four spaces of network learning models. *Computers & Education*, 37, 141-161.
- Chen, A.-Y. & Looi, C.-K. (1999). Teaching, learning and inquiry strategies using computer technology. *Journal of Computer Assisted Learning*, 15, 162-172.
- Christmann, E., Badgett, J. & Lucking, R. (1997). Progressive comparison of the effects of computer-assisted instruction on the academic achievement of secondary students. *Journal of Research on Computing in Education*, 29, 325-336.
- Christmann, E., Badgett, J. & Lucking, R. (1997b). Microcomputer-based computer-assisted instruction within differing subject areas: A statistical deduction. *Journal of Educational Computing Research*, 16 (3), 281-296.
- Christmann, E. & Badgett, J. (1999). A comparative analysis of the effects of computer-assisted instruction on student achievement in differing science and demographic areas. *Journal of Mathematics and Science Teaching*, 18 (2), 135-143.
- Christmann, E. & Badgett, J. (2000). The comparative effectiveness of CAI on collegiate academic performance. *Journal of Computing in Higher Education*, 11 (2), 91-103.
- Clark, R. E. (1983). Reconsidering Research on Learning from Media. *Review of Educational Research*, 53 (4), 445-459.
- Clark, R. E. (1985). Confounding in educational computing research. *Journal of Educational Computing Research*, 1 (1), 28-42.
- Clark, R. E. (1994). Media will Never Influence Learning. *Educational Technology Research and Development*, 42 (2), 21-29.
- Clausen, M. (2000). *Wahrnehmung von Unterricht. Übereinstimmung, Konstruktvalidität und Kriteriumsvalidität in der Forschung zur Unterrichtsqualität*. Dissertation, Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie, Freie Universität Berlin.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1990). Anchored instruction and its relationship to situated cognition. *Educational Researcher*, 19 (6), 2-10.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1992). The Jasper series as an example of anchored instruction. *Educational Psychologist*, 27 (3), 291-315.
- Cohen, D. K. (1988). Educational technology and school organization. In R. S. Nickerson & P. R. Zohdhiates (Eds.), *Technology in education: Looking toward 2020* (pp. 231-264). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Cohen, J. (1977). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Academic Press.
- Collins, A., Brown, J. S. & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning and instruction* (pp. 453-494). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Collis, B. (1996). The Internet as an educational innovation: Lessons from experience with computer implementation. *Educational Technology*, 36 (6), 21-30.
- Collis, B., & Carleer, G. (1993). The effects of technology-enriched school interventions: A multiple case study analysis. *Computers & Education*, 21 (1/2), 151-162.
- Confrey, J. (1995). How compatible are radical constructivism, sociocultural approaches, and social constructivism? In L. P. Steffe & J. Gale (Eds.), *Constructivism in education* (pp. 185-225). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Creemers, B. P. M. (1994). Effective instruction: An empirical basis for a theory of educational effectiveness. In D. Reynolds (Ed.), *Advances in school effectiveness research and practice* (pp. 189-205). Oxford: Pergamon Press.
- Cuban, L. (1993). Computers meet classroom: classroom wins. *Teachers College Record*, 95 (2), 185-210.
- Culley, L. (1993). Gender equity and computing in secondary schools: Issues and strategies for teachers. In J. Beynon & H. Mackay (Eds.), *Computers into classrooms. More questions than answers* (pp. 147-159). London: Falmer Press.
- Dede, C. J. (1992). The future of multimedia: Bridging to virtual worlds. *Educational Technology*, 32 (5), 54-60.
- Dichanz, H. & Kolb, G. (1974). Mediendidaktik – Entwicklung und Tendenzen. In H. Dichanz et al. (Hrsg.), *Medien im Unterrichtsprozess. Grundlagen, Probleme, Perspektiven* (S. 16-14). München: Juventa Verlag.
- Dichanz, H. (1974). Medien aus unterrichtstheoretischer Sicht. In H. Dichanz et al. (Hrsg.), *Medien im Unterrichtsprozess. Grundlagen, Probleme, Perspektiven* (S. 83-105). München: Juventa Verlag.
- Diehl, J. M. & Staufenbiel, T. (2001). *Statistik mit SPSS Version 10.0*. Eschborn: Verlag Dietmar Klotz.
- Dillon, A. & Gabbard, R. (1998). Hypermedia as an educational technology: a review of the quantitative research literature on learner comprehension, control and style. *Review of Educational Research*, 68 (3), 322-349.
- Doherty, K. M. & Orlofsky, G. F. (2001). Student survey says: schools are probably not using educational technology as wisely and effectively as they could. *Education Week*, 35 (20), 45-48.
- Dormant, D. (1992). Implementing human performance in organizations. In H. D. Stolovitch and E. J. Keeps (Eds.), *Handbook of human performance technology* (pp. 167-187). San Francisco: Jossey-Bass.
- Dubs, R. (1995). Konstruktivismus: Einige Überlegungen aus der Sicht der Unterrichtsgestaltung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41 (6), 889-903.
- Duffy, T. M. & Cunningham, D. J. (1996). Constructivism: Implications for the design and delivery of instruction. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp. 170-198). New York: Macmillan.

- Duffy, T. M. & McMahon, T. A. (1999). *Linking homes and elementary schools with computers: The impact on pedagogy* (Technical Report 9-99). Bloomington, IN: Indiana University, Center for Research on Learning and Teaching.
- Duit, R. (1995). Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftlichen Lehr- und Lernforschung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41 (6), 905-923.
- Dwyer, D. C. (1994). Apple Classrooms of Tomorrow: what we have learned. *Educational Leadership*, 51, 4-10.
- Dwyer, D., Ringstaff, C., Sandholtz, J. H. (1990). *Teacher beliefs and practices: Patterns of change* (Apple Classrooms of Tomorrow Report Nr. 8). Apple Computers, Inc. Internet Dokument:  
<http://a1472.g.akamai.net/7/1472/51/9a965ab9e83ffb/www.apple.com/education/k12/leadership/acot/pdf/rpt08.pdf> [29.10.02]
- Einsiedler, W. (1981). *Lehrmethoden*. München: Urban und Schwarzenberg.
- Ekhaml, L., Beggs, T. & Ruskell, J. (1998). *Laptop success and horror stories*. Internet Dokument: [http://www.coe.uh.edu/insite/elec\\_pub/HTML1998/re\\_ekha.htm](http://www.coe.uh.edu/insite/elec_pub/HTML1998/re_ekha.htm) [14.01.2001]
- Engelen, U. (2000). Laptop-Projekte in der Schule. Das Gütersloher Beispiel. *Computer + Unterricht*, 39 (10), 63-65.
- Engelen, U. (2001a). Über pädagogische Innovationen: das Laptop-Projekt am Evangelisch Stiftischen Gymnasium Gütersloh. In B. Herzig (Hrsg.), *Medien machen Schule - Grundlagen, Konzepte und Erfahrungen zur Medienbildung* (S. 227-251). Bad Heilbrunn: Klinkhart.
- Engelen, U. (2001b). *Von pädagogischen Innovationen durch neue Medien: Das Laptop-Projekt am Evangelisch Stiftischen Gymnasium in Gütersloh*. Vortrag auf der Interschul/didacta in Hannover.
- Engelen, U. (2001c). Paradigmenwechsel im Klassenraum durch Laptoneinsatz. In M. Drabe (Hrsg.), *Schulen ans Netz. Evaluation - Empfehlungen* (S. 91-96). München: Kopäd Verlag.
- Eschenauer, B. (1999). Erfolgreiche Integration von Medien in der Schule: eine Zwischenbilanz. In C. Langen (Hrsg.), *Schulinnovation durch neue Medien* (S. 27-48). Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung.
- Euler, D. (1987). Mikrocomputer als mediendidaktische Entscheidungskomponente im Rahmen des Kölner Strukturmodells: Einordnung und Entscheidungssituationen. In D. Euler, R. Jankowski, A. Lenz, P. Schmitz & M. Twardy (Hrsg.), *Computerunterstützter Unterricht. Möglichkeiten und Grenzen* (S. 29-37). Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn.
- Euler, D. (1992). *Didaktik des computerunterstützten Lernens. Praktische Gestaltung und theoretische Grundlagen* (Reihe: Multimediales Lernen in der Berufsausbildung, Bd. 3). Nürnberg: Bildung und Wissen Verlag und Software GmbH.
- Fabry, D. L. & Higgs, J. R. (1997). Barriers to the effective use of technology in education: current status. *Journal of Educational Computing Research*, 17, 385-395.
- Ferguson, D. L. (1992). Computers in teaching and learning: An interpretation of current practices and suggestions for future directions. In E. Scanlon & T. O'Shea (Eds.), *New directions in educational technology* (NATO ASI Series F: Computer and Systems Sciences, pp. 34-50). Berlin: Springer.
- Fisher, D. & Stolarchuk, E. (1998). *The effect of using laptop computers on achievement, attitude to science and classroom environment in science*. Proceedings of the Western

- Australian Institute for Educational Research Forum 1998. Internet Dokument: <http://cleo.murdoch.edu.au/waier/forums/1998/fisher.html> [24.01.2001]
- Flechsig, K.-H. (1996). *Kleines Handbuch didaktischer Modelle*. Eichenzell: Neuland.
- Fletcher-Flinn, C. M. & Gravatt, B. (1995). The efficacy of computer assisted instruction (CAI): A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 13 (2), 219-242.
- Fouts, J. T. & Stuen, C. (1997). *Copernicus Project: Learning with laptops: Year 1 evaluation report*. Abstract from: ERIC File: ED 416947.
- Franklin, S. (1991). Breathing life into reluctant writers: The Seattle Public Schools Laptop Project. *Writing Notebook: Creative Word Processing in the Classroom*, 8 (4), 40-42.
- Fraser, B.J. & Walberg, H.J. (1981). Psychosocial learning environment in science classrooms: A review of research. *Studies in Science Education*, 8, 67-92.
- Gardner, J. et al. (1994). *Personal portable computers and the curriculum* (Practitioner Minipaper 13). Edinburgh: Scottish Council for Research in Education.
- Garson, G. D. (ohne Datumsangabe). *GLM: ANOVA and MANOVA*. Internet Dokument: <http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/manova.htm> [06.11.02]
- Gentner, D. & Stevens, A. L. (1983). *Mental models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gergen, K. J. (1995). Social construction and the educational process. In L. P. Steffe & J. Gale (Eds.), *Constructivism in education* (pp. 17-39). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gerhard, U. (1986). *Patientenkarrieren. Eine medizinsoziologische Studie*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Gerstenmeier, J. & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41 (6), 867-887.
- Giaconia, R. M. & Hedges, L. V. (1982). Identifying features of effective open education. *Review of Educational Research*, 52 (4), 579-602.
- Glasersfeld, E. von (1995). A constructivist approach to teaching. In L. P. Steffe & J. Gale (Eds.), *Constructivism in education* (pp. 3-15). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Glasersfeld, E. von (1995b). Aspekte einer konstruktivistischen Didaktik. In Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Hrsg.), *Lehren und Lernen als konstruktive Tätigkeit* (S. 7-14). Bönen: Verlag für Schule und Weiterbildung.
- Glass, G. V., McGaw, B., & Smith, M. L. (1981). *Meta-analysis in social research*. Beverly Hills, CA: Sage Publications.
- Gloor, P. A. (1990). *Hypermedia-Anwendungsentwicklung. Eine Einführung an HyperCard-Beispielen*. Stuttgart: Teubner.
- Gräsel, C., Mandl, H., Manhart, P. & Kruppa, K. (2000). Das BLK-Programm "Systematische Einbeziehung von Medien, Informations- und Kommunikationstechnologien in Lehr- und Lernprozesse". *Unterrichtswissenschaft*, 28 (2), 127-143.
- Gredler, M. E. (1996). Educational games and simulations: A technology in search of a (research) paradigm. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp. 521-540). New York: Macmillan.

- Grommelt, U. (1991). *Zusammenhänge zwischen kognitiven Schülermerkmalen, Unterrichtscharakteristika und Schülerleistungen*. Dissertation, Fakultät für Sozial- und Verhaltenswissenschaften, Universität Heidelberg.
- Gruehn, S. (1998). *Unterricht und schulisches Lernen*. Dissertation, Fachbereich Erziehungswissenschaft, Psychologie und Sportwissenschaften, Freie Universität Berlin.
- Hackl, B. (2001). Erkennen durch Verändern. Der Beitrag der Handlungsforschung zur empirischen Erkenntnisgewinnung. In C. Finkbeiner & W. Schnaitmann (Hrsg.), *Lehren und Lernen im Kontext empirischer Forschung und Fachdidaktik* (S. 159-183). Donauwörth: Auer Verlag.
- Haefner, K., Eichmann, E. H. & Hinze, C. (1987). *Denkzeuge. Was leistet der Computer? Was muß der Mensch selber tun?* Basel: Birkhäuser.
- Hage, K., Bischoff, H., Dichanz, H., Eubel, K.-D., Oehlschläger, H.-J. & Schwittmann, D. (1985). *Das Methodenrepertoire von Lehrern. Eine Untersuchung zum Schulalltag der Sekundarstufe I*. Opladen: Leske + Budrich.
- Hammond, M. (1994). Measuring the impact of IT on learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 10, 251-260.
- Harnischfeger, A. & Wiley, D. E. (1977). *Kernkonzepte des Schullernens*. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 9, 207-228.
- Harris, C. & Straker, L. (1999). *Survey of the physical ergonomics issues associated with school children's use of laptop computers*. Internet Dokument: <http://www.curtin.edu.au/curtin/dept/physio/pt/staff/straker/publications/2000laptopfolder/2000IJIElaptop.html> [24.01.2001]
- Hattie, J. (1990). Performance indicators in education. *Australian Journal of Education*, 34 (3), 249-276.
- Hattie, J. (1992). Measuring the Effects of Schooling. *Australian Journal of Education*, 36 (1), 5-13.
- Heimann, P. (1961). *Didaktische Grundbegriffe*. Unveröffentlichte Nachschrift eines Referats vom 7.12.61.
- Heimann, P. (1962). Didaktik als Theorie der Lehre. *Die Deutsche Schule*, 9, 409-427.
- Heimann, P. (1976). *Didaktik als Unterrichtswissenschaft*. Stuttgart: Klett.
- Helmke, A. (1992). Unterrichtsqualität und Unterrichtseffekte – Ergebnisse der Münchner Studie. *Der Mathematikunterricht*, 38, 5, 40-58.
- Helmke, A. & Schrader, F.-W. (2001). Determinanten der Schulleistung. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 81-91). Weinheim: Beltz.
- Helmke, A. & Weinert, F. E. (1997). Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule* (S. 71-176). Göttingen: Hogrefe.
- Hendricks, W. & Schulz-Zander, R. (2000). Informations- und Kommunikationstechnologien in der allgemeinbildenden Schule – eine Analyse von Modellversuchen. In W. Hendricks (Hrsg.), *Neue Medien in der Sekundarstufe I und II* (S. 28-49). Berlin: Cornelsen.
- Herzig, B. (1996). Erprobung und Evaluation. In: Bertelsmann Stiftung & Heinz Nixdorf Stiftung (Hrsg.), *Neue Medien in den Schulen. Projekte - Konzepte - Kompetenzen* (S. 93-124). Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung.



- Hill, J. R., Reeves, T. C. & Heidemeier, H. (2000). *Ubiquitous computing for teaching, learning, and communicating: trends, issues and recommendations* (White Paper). Athens, GA: University of Georgia, Department of Instructional Technology.
- Hill, J. R., Reeves, T. C., Grant, M. & Wang, S.-K. (2001). *The impact of portable technologies on teaching and learning. Year two report*. Atlanta, GA: Department of Instructional Technology, University of Georgia.
- Hinsch, R. & Schneider, C. (2001). Verändern neue Medien Unterricht und Schule? Ergebnisse aus der Evaluation des Projekts „Schulen ans Netz“. *Computer + Unterricht*, 41 (11), 33-35.
- Hooper, S. & Rieber, L. P. (1995). Teaching with technology. In A. C. Ornstein (Ed.), *Teaching: Theory into practice* (pp. 154-170). Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Hunneshagen, H., Schulz-Zander, R. & Weinreich, F. (2001). Stand der Internetarbeit an Schulen. *Computer + Unterricht*, 41 (11), 14-20.
- Hunneshagen, H., Schulz-Zander, R. & Weinreich, F. (2001b). Wege ins Netz. Empfehlungen für eine wirkungsvolle Nutzung neuer Medien in der Schule. *Computer + Unterricht*, 41 (11), 44-50.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jonassen, D. H. (1989). *Hypertext/Hypermedia*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Jonassen, D. H. (1996). *Computers in the classroom. Mindtools for critical thinking*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Kamke-Martasek, I. (2001). *Allgemeine Didaktik des Computer integrierenden Unterrichts*. Frankfurt: Peter Lang.
- Kerber, M. (2001). Laptop-Einsatz im Fachunterricht. Erste Erfahrungen. *Computer und Unterricht*, 42 (11), 62-63.
- Kerres, M. (2000). Internet und Schule. *Zeitschrift für Pädagogik*, 46 (1), 113-130.
- Klein, K. & Oettinger, U. (2000). *Konstruktivismus. Die neue Perspektive im (Sach-) Unterricht*. Hohengehren: Schneider Verlag.
- Klingberg, L. (1982). *Einführung in die allgemeine Didaktik* (5. überarbeitete Aufl.). Berlin: Volk und Wissen.
- Klingberg, L. (1995). *Lehren und Lernen. Inhalt und Methode. Zur Systematik und Problemgeschichte didaktischer Kategorien*. Oldenburg: Zentrum für pädagogische Berufspraxis, Carl von Ossietzky Universität.
- Kluge, S. (1999). *Empirisch begründete Typenbildung. Zur Konstruktion von Typen und Typologien*. Opladen: Leske + Budrich.
- Kolb, G. (1974). Kommunikationsorientierte Mediendidaktik? Mediendidaktische Überlegungen im Zusammenhang mit einigen Aspekten der Kommunikationstheorie. In H. Dichanz, K.-D. et al. (Hrsg.), *Medien im Unterrichtsprozess. Grundlagen, Probleme, Perspektiven* (S. 42-82). München: Juventa Verlag.
- Kozma, R. (1991). Learning with Media. *Review of Educational Research*, 61 (2), 179-211.
- Kozma, R. (1994). A Reply: Media and Methods. *Educational Technology Research and Development*, 42 (3), 11-14.

- Krüssel, H. (1995). Die konstruktivistische Betrachtungsweise in der Didaktik. In Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Hrsg.), *Lehren und Lernen als konstruktive Tätigkeit* (S. 116-142). Bönen: Verlag für Schule und Weiterbildung.
- Kubicek, H. & Breiter, A. (1998). *Die Finanzierung neuer Medien in Schulen. Probleme und Lösungsmöglichkeiten in Deutschland und in den USA*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Kuckartz, Udo (1988). *Computer und verbale Daten. Chancen zur Innovation sozialwissenschaftlicher Forschungstechniken*. Frankfurt/Main: Peter Lang.
- Kulik, C. C. & Kulik, J. A. (1991). Effectiveness of computer based instruction: An updated analysis. *Computers in Human Behavior*, 7, 75-94.
- Kulik, J. A., Kulik, C.-L. & Bangert-Drowns, R. L. (1985). Effectiveness of computer-based education in elementary schools. *Computers in Human Behavior*, 1 (1), 59-74.
- Lamnek, S. (1995). *Qualitative Sozialforschung. Band 1. Methodologie* (3. korrigierte Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Liao, Y.-K. C., & Bright, G. W. (1991). Effects of computer programming on cognitive outcomes: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 7 (3), 251-268.
- Losak, J. & MacFarland, T. (1994). *An evaluation of Florida's model technology schools programme: 1988-1993* (Report 94-02). Ft. Lauderdale, FL: Nova University.
- MacMillan, K. & Honey, M. (1993). *Year one of project PULSE: Pupils using laptops in science and English. A final report* (Technical Report No. 26). New York: Center for Technology in Education.
- Maier, W. (1998). *Grundkurs Medienpädagogik und Mediendidaktik*. Weinheim: Beltz.
- Mandl, H.; Reinmann-Rothmeier, G. & Gräsel, C. (1998). *Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Systematische Einbeziehung von Medien, Informations- und Kommunikationstechnologien in Lehr- und Lernprozesse“* (Materialien zur Bildungsplanung und Forschungsförderung, Heft 66). Bonn: Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung.
- Marcinkiewicz, H. R. (1994). Differences in computer use between practicing vs. preservice teachers. *Journal of Research on Computing in Education*, 27 (2), 184-197.
- Mayer, R. H. (1999). Designing instruction for constructivist learning. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models. A new paradigm of instructional theory* (Vol. 2, pp. 141-160). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mayring, P. (1999). Qualitativ orientierte Forschungsmethoden in der Unterrichtswissenschaft – ein Anwendungsbeispiel aus der Lernstrategieforschung. *Unterrichtswissenschaft*, 27 (4), 292-309.
- McCraw, P. A., Meyer, J. E. & Tompkins, R. S. (1995). Technology integration and thematic instruction in a school/university partnership. *Journal of Computing in Childhood Education*, 6 (1), 43-57.
- McKenzie, J. (2002). After laptop. From *Now On*, 11 (7). Internet Dokument: <http://fno.org/apr02/afterlaptop.html> [12.10.02]
- McNeil, B. J. & Nelson, K. R. (1991). Meta-analysis of interactive video instruction: A 10 year review of achievement effects. *Journal of Computer-Based Instruction*, 18 (1), 1-6.
- Merrill, D. M. (1999). Instructional transaction theory (ITT): instructional design based on knowledge objects. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models. A*

- new paradigm of instructional theory* (Vol. 2, pp. 397-424). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Methodist Ladies College (1993). *Reflections of a learning community: Views on the introduction of laptops at MLC*. Melbourne: MLC.
- Meyer, H. (1987). *Unterrichtsmethoden I: Theorieband*. Frankfurt: Cornelsen Scriptor.
- Meyer, H. (1987b). *Unterrichtsmethoden II: Praxisband*. Frankfurt: Cornelsen Scriptor.
- Meyer, L. (2001). New challenges. *Education Week*, 35 (20), 49-55.
- Mooij, T. & Smeets, E. (2001). Modelling and supporting ICT implementation in secondary schools. *Computers & Education*, 36, 265-281.
- Mutzek, W. (1988]). *Von der Absicht zum Handeln. Rekonstruktion und Analyse subjektiver Theorien zum Transfer von Fortbildungsinhalten in den Berufsalltag*. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Newhouse, P. & Rennie, L. A longitudinal study of the use of student owned portable computers in a secondary school. *Computers and Education*, 36, 223-243.
- Niegemann, H. (2001). Lehr-Lern-Forschung. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 387-393). Weinheim: Beltz.
- Niemiec, R. P., Sikorski, C. & Walberg, H. J. (1996). Learner-control effects: A review of reviews and a meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 15 (2), 157-174.
- Nocker, R. (1994). *Veränderungen des Methodeneinsatzes im Mathematikunterricht durch die Verwendung eines Computeralgebrasystems* (ACDCA Report Nr. 3). Hollabrunn: Austrian Center for the Didactics of Computer Algebra.
- Norusis, M. J. (1993). *SPSS for Windows. Advanced Statistics, Release 6.0*. Chicago, IL: SPSS Inc.
- Oblinger, H., Kotzian, O. & Waldmann, J. (1985). *Grundlegende Unterrichtskonzeptionen*. Donauwörth: Verlag Ludwig Auer.
- OECD (1989). *Informationstechnologien im Bildungswesen: Auf dem Weg zu einer besseren Software. Ein OECD/CERI Bericht*. Frankfurt/M.: Peter Lang.
- Olson, J. (1988). *Schoolworlds/microworlds. Computers and the culture of the classroom*. Oxford: Pergamon Press.
- Owen, J. M. & Lambert, F. C. (1996). The notebook curriculum: An innovative approach to the use of personal computers in the classroom. *Australian Educational Computing*, 11 (1), 26-32.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (1998). Agents of change. In C. de Moura Castro (Ed.), *Education in the information age* (pp. 93-97). New York: Inter-American Development Bank.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods* (2. ed.). Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Peacock, G. (1993). Word-processors and collaborative writing. In J. Beynon & H. Mackay (Eds.), *Computers into classrooms: more questions than answers* (pp. 92-97). London: The Falmer Press.

- Peck, K. L. & Dorricott, D. (1994). Why use technology? *Educational Leadership*, 51, 11-14.
- Pelgrum, W. J. & Schipper, A. T. (1993). Indicators of computer integration in education. *Computers & Education*, 21, 141-149.
- Pelgrum, W. J. (2001). Obstacles to the integration of ICT in education: results from a worldwide educational assessment. *Computers & Education*, 37, 163-178.
- Peterson, P. L. (1979). Direct instruction reconsidered. In P. L. Peterson & H. L. Walberg (Eds.), *Research on teaching* (pp. 57-69). Berkeley, CA: McCutchan.
- Prasse, D. & Scholl, W. (2001). Wie funktioniert die Interneteinführung an Schulen? Die Rolle der Beteiligten und deren Zusammenarbeit: Ideal- und Problemtypen. In R. Groner & M. Dubi (Hrsg.), *Das Internet und die Schule. Bisherige Erfahrungen und Perspektiven für die Zukunft* (S. 63-83). Bern: Verlag Hans Huber.
- Renkl, A. (1999). Jenseits von  $p < .05$ : Ein Plädoyer für Qualitatives. *Unterrichtswissenschaft*, 27 (4), 310-322.
- Renner, G. (1997). Schulleitung und Computer – der Computer als Innovationsmotor. In C. Büttner & E. Schwichtenberg (Hrsg.), *Computer in der Grundschule. Geräte, didaktische Konzepte, Unterrichtssoftware* (S. 18-25). Weinheim: Beltz.
- Ricci, C. (1999). *Program evaluation: The New York City Board of Education Community School District Six Laptop Project*. Paper presented at the Tools and Transformations symposium at the American Educational Research Association (AERA), April 19-23, Montréal, Canada.
- Riegler, E. R. (1992). Laptops - an exciting addition to the social science classroom. *Writing Notebook: Creative Word Processing in the Classroom*, 10 (1), 38-39.
- Riel, M. (1989). The impact of computers in classrooms. *Journal of Research on Computing in Education*, 22, 180-189.
- Ritter, M. (1994). *Computer und handlungsorientierter Unterricht*. Donauwörth: Verlag Ludwig Auer.
- Robertson, S. I., Calder, P., Fung, P., Jones, A., O'Shea, T. & Lambrechts, G. (1996). Pupils, teachers and palmtop computers. *Journal of Computer Assisted Learning*, 12, 194-204.
- Robertson, S., Calder, J., Fung, P., Jones, A. & O'Shea, T. (1997). The use of palmtop computers in education. *British Journal of Educational Technology*, 28, 177-189.
- Rockman ET AL (1997). *Report of a laptop program pilot* (A project for Anytime Anywhere Learning by Microsoft Corporation & Notebooks for Schools by Toshiba American Information Systems). San Francisco, CA: Rockman ET AL.
- Rockman ET AL (1998). *Powerful tools for schooling: Second year study of the laptop program* (A project for Anytime Anywhere Learning by Microsoft Corporation & Notebooks for Schools by Toshiba American Information Systems). San Francisco, CA: Rockman ET AL.
- Rockman ET AL (1999). *A more complex picture: Laptop use and impact in the context of changing home and school access* (The third in a series of research studies on Microsoft's Anytime Anywhere Learning Program). San Francisco, CA: Rockman ET AL.
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of innovations*. New York: The Free Press.
- Rolff, H.-G. (2001). Bildung im Zeitalter von Wissensproduktion und Individualisierung. In B. Herzog (Hrsg.), *Medien machen Schule* (S. 175-188). Bad Heilbrunn: Klinkhart.

- Rollett, B. (1981). Formen der Unterrichtsorganisation: unmittelbarer und mittelbarer Unterricht. In W. Twellmann (Hrsg.), *Handbuch Schule und Unterricht* (S. 392-405). Düsseldorf: Schwann.
- Rosenshine, B. (1970). The stability of teacher effects upon student achievement. *Review of Educational Research*, 40, 647-662.
- Rosenshine, B. & Stevens, R. (1986). Teaching functions. In M. L. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3. ed., pp. 376-391). New York: Macmillan.
- Ross, J. A., Hogaboam-Gray, A. & Hannay, L. (1999). Predictors of teachers' confidence in their ability to implement computer-based instruction. *Journal of Educational Computing Research*, 21 (1), 75-97.
- Ross, S. M., Morrison, G. R., Lowther, D. L. & Plants, R. T. (2000). *Anytime, anywhere learning. Final evaluation report of the laptop program: Year 1*. Memphis, TN: University of Memphis, Center for Research in Educational Policy.
- Ross, S. M., Morrison, G. R. & Lowther, D. L. (2001). *Anytime, anywhere learning. Final evaluation report of the laptop program: Year 2*. Memphis, TN: University of Memphis, Center for Research in Educational Policy.
- Rowe, H. A. H. (1993). *Learning with personal computers. Issues, observations and perspectives*. Hawthorn: Australian Council for Educational Research.
- Rysdale, I. (1997). Introducing laptops in grade 8: The Beijing experience. *International Schools Journal*, 17 (1), 58-61.
- Saldern, M. von (2001). Tunnelblick – Kritische Anmerkungen zur Lehr-Lernforschung über Neue Medien. In C. Finkbeiner & W. Schnaitmann (Hrsg.), *Lehren und Lernen im Kontext empirischer Forschung und Fachdidaktik* (S. 141-158). Donauwörth: Auer Verlag.
- Schaumburg, H. (2001). Neues Lernen mit Laptops? Ein Überblick über Forschungsergebnisse zur Nutzung mobiler Computer in der Schule. *Zeitschrift für Medienpsychologie*, 13 (1), 11-21.
- Schaumburg, H. (2001b). *Fostering girls' computer literacy through laptop learning - can mobile computers help to level out the gender difference?* Research paper presented at NECC 2001, June 25-27, Chicago, IL.
- Schaumburg, H. & Issing, L. J. (im Druck). *Lernen mit Laptops*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Schell, F. (1999). Bedeutung von Medienkompetenz als Bildungsaufgabe und inhaltliche bildungspolitische Zielsetzungen. In F. Schell, E. Stolzenburg & H. Theunert (Hrsg.), *Medienkompetenz. Grundlagen und pädagogisches Handeln* (S. 272-281). München: KoPäd Verlag.
- Schmidt, M. (2000). *Bericht des Notebook-Projektes des Schuljahres 1997/98. Kurz-Zusammenfassung*. Internet Dokument: <http://www.mgm.musin.de/projekte/notebook/kurz/> [24.01.2001]
- Schnoor, D. (2000). Neue Medien und die Innovationsfähigkeit von Schulen. In W. Hendricks (Hrsg.), *Neue Medien in der Sekundarstufe I und II* (S. 50-63). Berlin: Cornelsen.
- Schnotz, W. (2001). Wissenserwerb mit Multimedia. *Unterrichtswissenschaft*, 29 (4), 292-318.
- Schofield, J. W. (1997). Psychology: Computers and classroom social processes – a review of the literature. *Social Science Computer Review*, 15 (1), 27-39.

- Schöler, W. (1977). *Strukturen und Modelle des Unterrichts*. Paderborn: Schöningh.
- Scholl, W. & Prasse, D. (2001). Was hemmt und was fördert die Internetnutzung? Ergebnisse der Evaluation der Initiative „Schulen ans Netz“: Probleme und Lösungsmöglichkeiten. *Computer + Unterricht*, 41 (1), 21-23.
- Schröder, H. (2000). *Lernen – Lehren – Unterricht*. München: Oldenbourg Verlag.
- Schulmeister, R. (1996). *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie – Didaktik – Design*. Bonn: Addison-Wesley.
- Schulz, W. (1965). Unterricht - Analyse und Planung. In P. Heimann, G. Otto & W. Schulz (Hrsg.), *Unterricht - Analyse und Planung* (S. 13-47). Hannover: Schroedel.
- Schulz-Zander, R. (2001). Schulen ans Netz – aber wie? *Computer + Unterricht*, 11 (1), 6-9.
- Schulz-Zander, R. & Hendricks, W. (2000). Informations- und Kommunikationstechnologien in der allgemeinbildenden Schule - eine Analyse von Modellversuchen. In: W. Hendricks, (Hrsg.), *Neue Medien in der Sekundarstufe I und II: Didaktik, Unterrichtspraxis* (S. 28-49). Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Scott, T., Cole, M. & Engel, M. (1992). Computers and education: a cultural constructivist perspective. *Review of Research in Education*, 18, 191-251.
- Shears, L. (1995). *Computers and schools*. Hawthorn: Australian Council for Educational Research.
- Sheingold, K., Hawkins, J. & Char, C. (1990). “I’m the thinkist, you’re the typist”: The interaction of technology and social life of classrooms. In O. Boyd-Barrett & E. Scanlon (Eds.), *Computers and learning* (pp. 174-185). Wokingham, GB: Addison-Wesley Publishing.
- Shotter, J. (1995). In dialogue: social constructionism and radical constructivism. In L. P. Steffe & J. Gale (Eds.), *Constructivism in education* (pp. 41-56). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Shute, V. J. & Psotka, J. (1996). Intelligent tutoring systems: past, present and future. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp. 570-600). New York: Macmillan.
- Sivin-Kachala, J. & Bialo, E. R. (1996). *Report on the effectiveness of technology in schools, '95-'96*. Washington, D. C.: Software Publishing Association.
- Skinner, B. F. (1968). *The technology of teaching*. New York: Appleton Century Crofts.
- Skinner, B.F. (1950). Are theories of learning necessary? *Psychological Review*, 57, 193-216.
- Skinner, B.F. (1954). The science of learning and the art of teaching. *Harvard Educational Review*, 24 (2), 86-97.
- Slavin, R. E. (1987). Cooperative learning and the cooperative school. *Educational Leadership*, 45, 7-13.
- Slavin, R. E. (1990). *Cooperative learning: Theory, research and practice*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Smeets, E., Mooij, T., Bamps, H., Bartolomé, A., Lowyck, J., Redmont, D. & Steffens, K. (1999). *The impact of information and communication technology on the teacher*. Nijmegen, The Netherlands: ITS.

- Spanhel, D. (1999). Multimedia im Schulalltag – was müssen Lehrerinnen und Lehrer wissen, um Multimedia einsetzen zu können? In D. M. Meister & U. Sander (Hrsg.), *Multimedia. Chancen für die Schule* (S. 54-76). Neuwied: Luchterhand.
- Stevenson, K. (1998). *Evaluation report - year 2. Beaufort County School District. University of South Carolina, Department of Educational Leadership and Policies*. Internet Dokument: <http://www.beaufort.k12.sc.us/district/teval.html> [24.01.2001]
- Stevenson, K. (1999). *Evaluation report - year 3. Beaufort County School District. University of South Carolina, Department of Educational Leadership and Policies*. Internet Dokument: <http://www.beaufort.k12.sc.us/district/evalreport3.htm> [12.10.2002]
- Stöcker, K. (1970). *Neuzeitliche Unterrichtsgestaltung*. München: Ehrenwirth Verlag.
- Strittmatter, P. & Niegemann, H. (2000). *Lehren und Lernen mit Medien. Eine Einführung*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Susman, E. B. (1998). Cooperative learning: A review of factors that increase the effectiveness of cooperative computer-based instruction. *Journal of Educational Computing Research*, 18 (4), 303-322.
- Tallmadge, G. (1977). *The joint dissemination of the panel idea book*. Washington, DC: National Institute of Education and the U. S. Office of Education.
- Tergan, S. O. (1997). Hypertext und Hypermedia: Konzeption, Lernmöglichkeiten, Lernprobleme. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (S. 123-137). Weinheim: Beltz/PVU.
- Tulodziecki, G. (1999). Neue Medien – Welche Bedeutung haben sie für die Schule der Zukunft? In D. M. Meister & U. Sander (Hrsg.), *Multimedia. Chancen für die Schule* (S. 20-34). Neuwied: Luchterhand.
- Valdez, G., McNabb, M., Foertsch, M., Anderson, M., Hawkes, M. & Raack, L. (2000). *Computer-based technology and learning: evolving uses and expectations*. Oak Brook, IL: North Central Regional Education Library.
- Veen, W. (1993). How teachers use computers in instructional practice - four case studies in a Dutch secondary school. *Computers & Education*, 21 (1/2), 1-8.
- Venezky, R. L. & Davis, C. (2002). *Quo vademus? The transformation of schooling in a networked world*. OECD/CERI. Internet Dokument: <http://www.oecd.org/pdf/M00027000/M00027107.pdf> [11.10.2002]
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society*. Cambridge: Harvard University Press.
- Waldmann, J. (1985). Schülerorientierter Unterricht. In H. Oblinger, O. Kotzian & J. Waldmann (Hrsg.), *Grundlegende Unterrichtskonzeptionen* (S. 109-114). Donauwörth: Verlag Ludwig Auer.
- Weidenmann, B. (1997). Instruktionsmedien. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Lernens und der Instruktion* (S. 319-368). Göttingen: Hogrefe.
- Weinert, F. E. (1996). Für und Wider die „neuen Lerntheorien“ als Grundlage psychologisch-pädagogischer Forschung. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 10, 1-12.
- Weinert, F. E., Schrader, F.-W. & Helmke, A. (1989). Quality of instruction and achievement outcomes. *International Journal of Educational Research*, 13 (8), 895-914.
- Wenglinsky, H. (1998). *Does it compute? The relationship between educational technology and student achievement in mathematics* (A Policy Information Report). Princeton, NJ: Educational Testing Service Policy Information Center.

---

## Danksagung

Diese Arbeit ist im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung zum Modellversuch „Notebook-Klassen – Lernen für die Zukunft“ am Evangelisch Stiftischen Gymnasium in Gütersloh entstanden. Die Evaluation wurde gefördert von der Bertelsmann Stiftung. Ich danke dem Projektleiter bei der Bertelsmann Stiftung, Herrn Dr. Detlev Schnoor, sowie dem Leiter des Evangelisch Stiftischen Gymnasiums, Herrn Dr. Ulrich Engelen, für die erfolgreiche Zusammenarbeit. Besonders herzlich möchte ich mich an dieser Stelle auch für die engagierte Mitarbeit und Kooperationsbereitschaft bei den an dem Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrern, den Schülerinnen und Schülern und ihren Eltern bedanken, ohne die diese Studie nicht möglich gewesen wäre.

Für ihre kompetente Mitarbeit und Unterstützung bei der Datenerhebung sowie die zahlreichen sehr anregenden Diskussionen zu diesem Forschungsprojekt bedanke ich mich weiterhin bei Carola Schneider und Andrea Holetzki. Mein Dank für die Unterstützung in der Abschlussphase gilt Natascha Bischoff und Inga Jürgensen.

Nicht zuletzt möchte ich dem Betreuer und ersten Gutachter meiner Arbeit, Herrn Dr. Ludwig J. Issing, für seinen fachkundigen Rat und seine Hilfestellungen in den vergangenen Jahren meinen Dank aussprechen. Ebenso danke ich dem zweiten Gutachter Prof. Dr. Heinz Mandl, dass er sich die Zeit nimmt, sich mit meiner Arbeit zu beschäftigen.



## 13. Anhang

### Teilstudie 1

Anhang 1: Fragebogen zur Hauptbefragung der Schüler

Anhang 2: Fragebogen zur Vorbefragung der Schüler

Anhang 3: Fragebogen zur Vorbefragung der Lehrer

Anhang 4: Statistische Berechnungen zu Teilstudie 1

### Teilstudie 2

Anhang 5: Interviewleitfäden (Lehrer und Schüler)

### Teilstudie 3

Anhang 6: Beobachtungsraster der Unterrichtsbeobachtung

Anhang 7: Statistische Berechnungen zu Teilstudie 3

## Anhang 1: Fragebogen zur Hauptbefragung der Schüler

FREIE UNIVERSITÄT BERLIN

Institut für Pädagogische Psychologie  
und Medienpsychologie  
Arbeitsbereich Medienforschung

FU

BERLIN

### Fragebogen für Schüler

Bearbeite die Aussagen bitte rasch, aber auch sorgfältig und ohne eine zu vergessen. Du kannst dabei nichts falsch machen. Es gibt keine richtigen und falschen Antworten.

Wenn Dir noch etwas unklar ist, dann frage bitte noch einmal nach. Wenn alle Fragen geklärt sind, beginne bitte mit der Beantwortung.

#### Nutzung des Computers vor dem Laptop-Projekt

	sehr häufig	häufig	gelegentlich	selten	nie
Auch bevor wir Laptops in der Schule bekommen haben, habe ich schon Computer genutzt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auch bevor wir Laptops in der Schule hatten, hatte ich schon einen Computer zu Hause.	<input type="checkbox"/> ja				<input type="checkbox"/> nein
Bevor wir die Laptops bekommen haben, habe ich den Computer genutzt ...					
zum Schreiben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Rechnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Zeichnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Lernen allgemein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Lernen mit Lernprogrammen					
zum Spielen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Programmieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Zugang ins Internet/emails	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
um mir Sachen auszudenken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
um meine Ideen zu ordnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
um Informationen zu finden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
um mit meinen Mitschülern zu kommunizieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
um mit meinen Mitschülern zusammenzuarbeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:					
_____					
_____					
_____					

Bisher haben wir den Computer in der Schule \_\_\_\_\_ Stunden/Minuten pro Woche genutzt.  
Bisher habe ich den Computer für meine Hausarbeiten \_\_\_\_\_ Stunden/Minuten pro Woche genutzt.

Bisher habe ich den Computer zu Hause \_\_\_\_\_ Stunden/Minuten pro Woche genutzt.

## Nutzung des Laptops

Wozu benutzt Du den Laptop **in der Schule** und **zu Hause**?

Ich benutze meinen Laptop <b>in der Schule</b> ...	sehr häufig	häufig	gelegentlich	selten	nie
zum Schreiben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Rechnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Zeichnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Lernen allgemein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Lernen mit Lernprogrammen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Spielen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Programmieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Zugang ins Internet/emails	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
um mir Sachen auszudenken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
um meine Ideen zu ordnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
um Informationen zu finden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
um mit meinen Mitschülern zu kommunizieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
um mit meinen Mitschülern zusammenzuarbeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges: _____ _____ _____					

Ich benutze meinen Laptop <b>zu Hause</b> ...	sehr häufig	häufig	gelegentlich	selten	nie
zum Schreiben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Rechnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Zeichnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Lernen allgemein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Lernen mit Lernprogrammen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Spielen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Programmieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zum Zugang ins Internet/emails	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
um mir Sachen auszudenken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
um meine Ideen zu ordnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
um Informationen zu finden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
um mit meinen Mitschülern zu kommunizieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
um mit meinen Mitschülern zusammenzuarbeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges: _____ _____ _____					

### Welche Programme benutzt Du?

Ich nutze die folgenden Programme mit meinem Laptop:

Name des Programms	Wie häufig benutzt Du dieses Programm?	In der Schule oder Freizeit?
	_____ Stunden pro Woche _____ Stunden pro Woche	<input type="checkbox"/> Schule <input type="checkbox"/> Freizeit
	_____ Stunden pro Woche _____ Stunden pro Woche	<input type="checkbox"/> Schule <input type="checkbox"/> Freizeit
	_____ Stunden pro Woche _____ Stunden pro Woche	<input type="checkbox"/> Schule <input type="checkbox"/> Freizeit
	_____ Stunden pro Woche _____ Stunden pro Woche	<input type="checkbox"/> Schule <input type="checkbox"/> Freizeit

### Wie lange nutzt Du den Laptop?

In der Schule nutze ich den Laptop \_\_\_\_\_ Stunden/Minuten pro Woche.

Für meine Hausaufgaben nutze ich den Laptop ca. \_\_\_\_\_ Stunden/Minuten pro Woche.

In meiner Freizeit nutze ich den Laptop ca. \_\_\_\_\_ Stunden/Minuten pro Woche.

### Lernen und Arbeiten mit dem Computer

Ich arbeite am Computer ...	gerne	1--2--3--4--5--6--7	nicht so gerne
Ich kenne mich mit Computern aus ...	sehr gut	1--2--3--4--5--6--7	gar nicht
Daß wir jetzt in der Schule den Umgang mit Computern lernen, finde ich ...	gut	1--2--3--4--5--6--7	nicht gut
Mit dem Computer umgehen zu können, ist für das spätere Berufsleben ...	wichtig	1--2--3--4--5--6--7	unwichtig
Meine Eltern finden Computer in der Schule ...	wichtig	1--2--3--4--5--6--7	unwichtig
Mädchen können genauso gut mit Computern umgehen wie Jungen.	stimmt	1--2--3--4--5--6--7	stimmt nicht
Mit dem Laptop kann ich selbst bestimmen, wie ich lernen will.	stimmt	1--2--3--4--5--6--7	stimmt nicht
Seit wir die Laptops haben, arbeite ich für die Schule auch gerne mal mehr.	stimmt	1--2--3--4--5--6--7	stimmt nicht
Seit wir die Laptops haben, brauche ich für meine Hausaufgaben ...	länger	1--2--3--4--5--6--7	kürzer
Seit wir die Laptops haben, machen wir Gruppenarbeit im Gegensatz zu früher ...	öfter	1--2--3--4--5--6--7	seltener
Mit anderen zusammenzuarbeiten, ist mit den Laptops ...	einfacher	1--2--3--4--5--6--7	schwieriger
Seit wir die Laptops haben, beteilige ich mich mündlich am Unterricht ...	mehr	1--2--3--4--5--6--7	weniger
Seit wir die Laptops haben, macht mir der Unterricht ...	mehr Spaß	1--2--3--4--5--6--7	weniger Spaß
Im allgemeinen gehe ich zur Schule...	gerne	1--2--3--4--5--6--7	nicht so gerne
Wenn der Laptop in den meisten Unterrichtsfächern eingesetzt würde, fände ich das ...	gut	1--2--3--4--5--6--7	schlecht

Was gefällt Dir an den Laptops?

---

---

Was gefällt Dir **nicht** an den Laptops?

---

---

Wen fragst Du bei Problemen mit dem Laptop als ersten um Rat?

---

---

Wer hat Dir bislang die Benutzung des Laptops am meisten erklärt (Lehrer, Eltern, Mitschüler, Freunde ...)?

---

---

Wer kann am besten erklären, wie man mit dem Computer umgeht?

---

---

Wie finden es Deine Eltern, daß Du jetzt ein Laptop in der Schule benutzt?

---

---

Nutzen Deine Eltern und Geschwister auch einen Computer? Wenn ja, wie lange schon?

---

---

Nutzen Deine Eltern und Geschwister Deinen Laptop mit?

---

---

### Informationen über Dich

Deine Daten werden anonym behandelt und nur im Rahmen des Projekts verwandt. Keine Deiner Angaben werden an andere Personen (auch nicht Deine Eltern oder Lehrer) weitergegeben.

Name \_\_\_\_\_

Klasse \_\_\_\_\_

Alter \_\_\_\_\_

Ich bin ein  Junge  Mädchen

Hast Du Geschwister?  Ja  Nein

Falls ja, wie viele? \_\_\_\_\_

Meine Geschwister sind  älter  jünger  teils/teils

Meine Lieblingsfächer sind: \_\_\_\_\_

Meine Hobbies sind:

---

---

## Anhang 2: Fragebogen zur Vorbefragung der Schüler

**FREIE UNIVERSITÄT BERLIN**Institut für Pädagogische Psychologie  
und Medienpsychologie

CMR - Center for Media Research

**FU****BERLIN****Fragebogen für Schüler (Vorerhebung)**

Bearbeite die Aussagen bitte rasch, aber auch sorgfältig und ohne eine zu vergessen. Du kannst dabei nichts falsch machen. Es gibt keine richtigen und falschen Antworten.

Wenn Dir noch etwas unklar ist, dann frage bitte noch einmal nach. Wenn alle Fragen geklärt sind, beginne bitte mit der Beantwortung. Bitte beantworte die Fragen der Reihe nach ohne zurück zu blättern.

**Nutzung des Computers vor dem Laptop-Projekt**

	sehr häufig	häufig	gelegentlich	selten	nie
1. Wie häufig hast Du in der Vergangenheit schon Computer genutzt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Hast Du schon einen Computer zu Hause?	<input type="checkbox"/> ja				<input type="checkbox"/> nein
3. Falls ja, gehört der Computer Dir?	<input type="checkbox"/> ja				<input type="checkbox"/> nein

4. Bitte beschreibe kurz in Deinen eigenen Worten, was man mit einem Computer so alles machen kann.

---



---



---



---



---



---

	nie	1-6 mal im Schuljahr	1-3 mal pro Monat	Fast jede Woche einmal	Mehrmals pro Woche	täglich
5. <b>Im letzten Schuljahr</b> waren wir insgesamt im Computerraum ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Ich habe den Computer bisher <b>für meine Hausaufgaben</b> genutzt ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. <b>In meiner Freizeit</b> nutze ich den Computer ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7a) Falls Du den Computer öfter als 1-3 Mal im Monat nutzt, <b>wie viele Stunden pro Woche</b> nutzt Du ihn?	_____ Stunden					

### Lernen und Arbeiten mit dem Computer

- Ich nutze den Computer ...	gerne	1--2--3--4--5--6--7	nicht so gerne
- Ich kenne mich mit Computern aus ...	sehr gut	1--2--3--4--5--6--7	gar nicht
- Daß wir jetzt in der Schule den Umgang mit Computern lernen, finde ich ...	gut	1--2--3--4--5--6--7	nicht gut
- Mit dem Computer umgehen zu können, ist für das spätere Berufsleben ...	wichtig	1--2--3--4--5--6--7	unwichtig
- Meine Eltern finden Computer in der Schule ...	wichtig	1--2--3--4--5--6--7	unwichtig
- Mädchen können genauso gut mit Computern umgehen wie Jungen.	stimmt	1--2--3--4--5--6--7	stimmt nicht
- Ich freue mich, daß ich in diesem Schuljahr einen Laptop bekomme.	stimmt	1--2--3--4--5--6--7	stimmt nicht

### Deine bisherige Nutzung des Computers

15. Ich habe den Computer <b>bisher</b> genutzt ...	sehr häufig	häufig	gelegentlich	selten	nie
a) zum Schreiben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) zum Rechnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) zum Zeichnen/Malen/Bildbearbeitung (z. B. Paint)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) um mir selbst beizubringen, wie der Computer funktioniert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) zum Lernen mit Lernprogrammen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) zum Spielen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) zum Programmieren (mit Programmiersprachen, z. B. C++, Visual Basic, PERL)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) um Informationen auf CD ROMs nachzuschlagen (z. B. Digitale Nachschlagewerke, MS Encarta)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) um Informationen im Internet zu suchen (im WWW)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k) um Informationen zu verbildlichen (z. B. Graphiken erstellen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l) um Informationen zu ordnen und zu gliedern (z. B. in einer Datenbank, Listen erstellen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
m) um Sachen zu gestalten (z. B. mit verschiedenen Schriften experimentieren, Bilder und Texte zusammenfügen ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
n) um Informationen im Internet zu präsentieren (z. B. eine eigene Homepage zu erstellen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
o) um mit meinen Mitschülern zu kommunizieren (z. B. über email)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
p) um mit meinen Mitschülern zusammenzuarbeiten (z. B. gemeinsam an einer Datei zu arbeiten, Hausaufgaben auszutauschen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
q) zum „Surfen“ im Internet (WWW)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
r) um Programme zu installieren und Systemveränderungen vorzunehmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:					
_____					
_____					
_____					

16. Wie finden es Deine Eltern, daß Du jetzt ein Laptop in der Schule benutzen wirst?

---



---

17. Nutzen Deine Eltern und Geschwister auch einen Computer? Wenn ja, wie lange schon?

---



---

18. Beschreibe bitte kurz in eigenen Worten, was Du vom Laptop-Projekt erwartest. Worauf freust Du Dich? Welche Bedenken hast Du?

---



---



---



---



---



---

### Informationen über Dich

Deine Daten werden anonym behandelt und nur im Rahmen des Projekts verwandt. Keine Deiner Angaben werden an andere Personen (auch nicht Deine Eltern oder Lehrer) weitergegeben.

19. Codename \_\_\_\_\_

(bitte trage Deine Initialen (Vor- und Nachname) und den Tag und Monat Deines Geburtsdatums ein. Ein Beispiel: Egon Meier, geboren am 13.7.84 würde eintragen: EM137)

20. Klasse \_\_\_\_\_

21. Alter \_\_\_\_\_

22. Ich bin ein  Junge  Mädchen

23. Hast Du Geschwister?  Ja  Nein

23 a) Falls ja, wie viele? \_\_\_\_\_

23 b) Meine Geschwister sind  älter  jünger  teils/teils

24. Im allgemeinen gehe ich zur Schule...	gerne	1--2--3--4--5--6--7	nicht so gerne
---	-------	---------------------	----------------

(Bitte umkreise eine der Zahlen 1-7)

25. Meine Lieblingsfächer sind: \_\_\_\_\_

26. Meine Hobbies sind:

---



---



## Anhang 3: Fragebogen zur Vorbefragung der Lehrer

**FREIE UNIVERSITÄT BERLIN**Institut für Pädagogische Psychologie  
und Medienpsychologie

CMR - Center for Media Research

**FU****BERLIN****Fragebogen für Lehrer (Vorerhebung)**

Bearbeiten Sie die Aussagen bitte rasch, aber auch sorgfältig ohne eine auszulassen.  
Bedenken Sie, es gibt keine richtigen und keine falschen Antworten.  
Vielen Dank!

**Nutzung des Computers vor dem Laptop-Projekt**

	sehr häufig	häufig	gelegentlich	selten	nie
1. Wie häufig haben Sie in der Vergangenheit einen Computer genutzt (in der Schule oder privat)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ich habe <b>zu Hause</b> einen eigenen Computer.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Ich nutze Computer <b>für meine schulische Arbeit</b> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Ich habe bereits <b>vor</b> dem Beginn des Laptop-Projekts Computer im Unterricht eingesetzt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Bisherige Nutzung des Computers im Unterricht**

	sehr häufig	häufig	gelegentlich	selten	nie
5. Bisher habe ich Computer <b>im Unterricht</b> eingesetzt ...					
a) zum Kennenlernen von Grundfunktionen des Computers (Betriebssystem etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) zum Kennenlernen von Anwendungssoftware (z. B. MS Office Applikationen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) zum Schreiben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) zum Rechnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) zum Zeichnen/Malen/Bildbearbeitung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) zum Lernen mit Lernprogrammen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) zum Programmieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) um Informationen auf CD ROMs recherchieren zu lassen (z. B. Digitale Nachschlagewerke, MS Encarta)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) um Informationen im Internet recherchieren zu lassen (WWW)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k) um Informationen zu visualisieren (z. B. Graphiken erstellen, Simulationsprogramme zu nutzen, multimedial aufbereitete Information zu nutzen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l) um Informationen zu ordnen und zu strukturieren (z. B. in einer Datenbank)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
m) zu gestalterischer Arbeit der Schüler (z. B. mit Formatierungen experimentieren, Text/Ton/Graphik zusammenfügen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bisher habe ich Computer <b>im Unterricht</b> eingesetzt ...	sehr häufig	häufig	gelegentlich	selten	nie
n) kreativen Problemlösen (z. B. Entwicklung und Umsetzung eigener Ideen, Finden neuer Problemlösungen ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
o) zur Individualisierung des Lernens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
p) um Informationen im Internet zu präsentieren (z. B. eine eigene Homepage zu erstellen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
q) zur Computer-vermittelten Kommunikation (z. B. email-Projekte)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
r) zum gemeinsamen Arbeiten der Schüler über das Intranet (z. B. um gemeinsam an einer Datei zu arbeiten, Dateien auszutauschen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
s) zur Teamarbeit der Schüler untereinander	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
t) zur Reflexion über Mediennutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
u) zur Einübung vorher gelernten Stoffes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
v) zur Sicherung des Stundenergebnisses	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
w) zur Arbeit mit realen oder nichtfiktiven Problemen (z. B. aktuelle Alltagsprobleme anstelle konstruierter Lehrbuch-Aufgaben)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
x) zur Informationspräsentation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
y) zum selbständigen Experimentieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
z) für selbständige Projektarbeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
aa) um Programme zu installieren und Systemveränderungen vorzunehmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges: _____ _____ _____					

	nie	1-6 mal im Schuljahr	1-3 mal pro Monat	Fast jede Woche einmal	Mehrmals pro Woche	täglich
6. Im letzten Schuljahr war ich insgesamt im <b>Computerraum</b> (mit verschiedenen Klassen) ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Ich habe <b>Hausaufgaben</b> aufgegeben, für die der Computer genutzt werden sollte ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. <b>Zur Unterrichtsvorbereitung</b> nutze ich den Computer ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8a) Falls Sie den Computer zur Unterrichtsvorbereitung öfter als 1-3 Mal im Monat nutzen, wie viele <b>Stunden pro Woche</b> nutzen Sie ihn?	_____ Stunden					

**Ich setzte die folgenden Programme im Unterricht im vergangenen Schuljahr ein:**

9. Name des Programms	Wie häufig nutzten Sie dieses Programm?
	_____ % der Unterrichtszeit im vergangenen Schuljahr
	_____ % der Unterrichtszeit im vergangenen Schuljahr
	_____ % der Unterrichtszeit im vergangenen Schuljahr

### Ihre *eigene* Computernutzung (privat und beruflich)

10. Ich habe den Computer bisher genutzt ...	sehr häufig	häufig	gelegentlich	selten	nie
a) zum Schreiben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) zum Rechnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) zum Zeichnen/Malen/Bildbearbeitung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) um mir selbst beizubringen, wie der Computer funktioniert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) zum Erproben von Lernprogrammen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) zum Spielen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) zum Programmieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) um Informationen auf CD ROMs nachzuschlagen (z. B. Digitale Nachschlagewerke, MS Encarta)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) um Informationen im Internet zu recherchieren (WWW)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k) um Informationen zu visualisieren (z. B. Graphiken erstellen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l) um Informationen zu ordnen und zu strukturieren (z. B. Schülernoten in einer Datenbank)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
m) für kreative Arbeiten (z. B. um Sachen auszuprobieren oder um mir Sachen auszudenken)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
n) zur Unterrichtsvorbereitung (z. B. erstellen von Arbeitsblättern)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
o) zum „Surfen“ im Internet (WWW)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
p) um Informationen im Internet zu präsentieren (z. B. eine eigene Homepage zu erstellen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
q) um mit meinen Kollegen, Freunden oder Schülern zu kommunizieren (z. B. über email)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
r) um mit Kollegen oder Schülern zusammenzuarbeiten (z. B. gemeinsam an einer Datei zu arbeiten, Hausaufgaben auszutauschen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges: _____ _____ _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Welche Veränderungen wird das Laptop-Projekt langfristig bringen?

Was meinen Sie, welche Auswirkungen der Einsatz von Laptops im Unterricht haben wird? (Bitte denken Sie zum Vergleich an eine Klasse, die zwar gelegentlich im Computerraum arbeiten kann, aber nicht ständig Laptops im Klassenraum verfügbar hat.)

Wenn Sie meinen, daß es keinen Unterschied geben wird, kreuzen Sie bitte die Alternative "4" an.

11. Im Vergleich zu Klassen ohne Laptops ...			
a) wird der tägliche Unterricht ...	interessanter	1--2--3--4--5--6--7	langweiliger
b) wird der tägliche Unterricht ...	anschaulicher	1--2--3--4--5--6--7	abstrakter
c) wird es Möglichkeiten zur Differenzierung geben ...	mehr	1--2--3--4--5--6--7	weniger
d) werden die Schüler abgelenkt sein ...	häufiger	1--2--3--4--5--6--7	weniger häufig
e) werden die Schüler Spaß am Lernen haben ...	mehr	1--2--3--4--5--6--7	weniger

<b>11. Im Vergleich zu Klassen ohne Laptops ...</b>			
f) wird die Computerkompetenz der Schüler ..	steigen	1--2--3--4--5--6--7	sinken
g) wird die Zeit, die ich für die Unterrichtsvorbereitung aufwenden muß ...	zunehmen	1--2--3--4--5--6--7	abnehmen
h) wird individuelles Lernen stattfinden...	häufiger	1--2--3--4--5--6--7	weniger häufig
i) werden Lern- und Übungsphasen ...	intensiver	1--2--3--4--5--6--7	weniger intensiv
k) werden technische Pannen den Unterricht behindern ...	häufiger	1--2--3--4--5--6--7	weniger häufig
l) wird es Team-Arbeit geben ...	mehr	1--2--3--4--5--6--7	weniger
m) werden die Schüler in bezug auf den Unterrichtsinhalt miteinander kommunizieren ...	stärker	1--2--3--4--5--6--7	weniger stark
n) wird die Selbständigkeit der Schüler beim Lernen ...	steigen	1--2--3--4--5--6--7	sinken
o) wird die Fähigkeit der Schüler eigen-ständig Probleme zu lösen ...	steigen	1--2--3--4--5--6--7	sinken
p) wird die Motivation der Schüler ...	steigen	1--2--3--4--5--6--7	sinken
q) werden die Schüler für die Schule arbeiten ...	mehr	1--2--3--4--5--6--7	weniger
r) wird die Organisation von Gruppenarbeit	einfacher	1--2--3--4--5--6--7	schwieriger
s) wird es Disziplinprobleme geben ...	häufiger	1--2--3--4--5--6--7	seltener
t) werden sich ruhigere Schüler beteiligen ...	häufiger	1--2--3--4--5--6--7	seltener
u) wird die Förderung der Mädchen ...	zunehmen	1--2--3--4--5--6--7	abnehmen
v) wird die Fähigkeit der Schüler zum kreativen Problemlösen...	gefördert	1--2--3--4--5--6--7	behindert
w) wird die Fähigkeit der Schüler zum kreativen Gestalten	gefördert	1--2--3--4--5--6--7	behindert
x) wird die Fähigkeit zum kritischen Denken der Schüler ...	gefördert	1--2--3--4--5--6--7	behindert
y) wird die Teamfähigkeit der Schüler	gefördert	1--2--3--4--5--6--7	behindert
z) wird die Skepsis der "technikängstlichen" Schüler ...	zunehmen	1--2--3--4--5--6--7	abnehmen
aa) wird mir das Unterrichten Spaß machen ...	mehr	1--2--3--4--5--6--7	weniger
bb) werden die Schüler persönliche Verantwortung für das Eigentum der Schule übernehmen ...	mehr	1--2--3--4--5--6--7	weniger
cc) wird die fachliche Kompetenz der Schüler	steigen	1--2--3--4--5--6--7	sinken

### Fragen zu Computern und Ihrer Vorbereitung auf das Laptop-Projekt

12. Gegenüber Technik im allgemeinen bin ich ...	aufgeschlossen	1--2--3--4--5--6--7	reserviert
13. Ich arbeite am Computer ...	gern	1--2--3--4--5--6--7	ungern
14. Ich kenne mich mit Computern aus ...	sehr gut	1--2--3--4--5--6--7	gar nicht
15. Ich informiere mich regelmäßig über Computer/ Software-Neuheiten.	stimmt	1--2--3--4--5--6--7	stimmt nicht
16. Ich bekomme genug Unterstützung für den Laptop-Einsatz im Unterricht.	stimmt	1--2--3--4--5--6--7	stimmt nicht

16a) Bitte beschreiben Sie in welcher Form Sie Unterstützung erhalten:	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		
17. Haben Sie Fortbildungen/Informationsveranstaltungen besucht?	<input type="checkbox"/> Ja		<input type="checkbox"/> Nein
17a) Falls ja, welche?	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		
17b) Ich wünsche mir weitere Fortbildungen? Falls ja, welche? _____	stimmt	1--2--3--4--5--6--7	stimmt nicht
13. Ich habe Bedenken gegenüber dem Einsatz von Laptops im Unterricht.	stimmt	1--2--3--4--5--6--7	stimmt nicht
18a) Falls zutreffend, welche?	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		

19. Ihre Erwartungen an das Laptop-Projekt (positive, negative Aspekte). Was scheint Ihnen persönlich bemerkenswert am Laptop-Projekt?

---



---



---



---



---

### Persönliche Informationen

Ihre Daten werden selbstverständlich bei der Auswertung anonymisiert und nur im Rahmen des Projekts verwandt.

- Codename: \_\_\_\_\_
- (bitte tragen Sie die letzten vier Ziffern der Nummer Ihres Personalausweises ein)
- Alter: \_\_\_\_\_
- Meine Unterrichtsfächer: \_\_\_\_\_
- Ich bin  männlich  weiblich

## Anhang 4: Statistische Berechnungen zu Teilstudie 1

### 4.1 Ausgangslage der Schüler (Kap. 7.2.1)

#### Kohortenvergleich (Kohorte 2 und Kohorte 3)

Deskriptive Statistik zu Abb. 11 (Kohorte 2)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
31_Schreiben (vorher)	83	1	5	3,52	,83
32_Rechnen (vorher)	82	1	5	1,73	,93
33_Zeichnen (vorher)	80	1	5	2,80	,93
34_um mir selbst den computer beizubringen (vorher)	82	1	5	2,44	1,25
35_Lernen mit Lernprogrammen (vorher)	83	1	5	2,58	1,16
36_Spielen (vorher)	79	1	5	3,99	1,03
37_Programmieren (vorher)	81	1	5	1,65	1,05
38_um infos auf cdrom nachzuschlagen	83	1	5	2,63	1,34
39_Informationen finden/im Internet zu recherchieren (vorher)	83	1	5	1,77	1,22
40_um informationen visualisieren	83	1	5	1,70	,98
41_Informationen ordnen und strukturieren (vorher)	83	1	5	1,46	,79
42_für keatives arbeiten/sachen ausdenken	83	1	5	2,28	1,06
43_um infos im internet zu praesentieren	83	1	5	1,24	,77
44_Kommunizieren (vorher)	83	1	5	1,52	1,02
45_Zusammenarbeiten (vorher)	82	1	3	1,23	,53
46_surfen im internet (vorher)	69	1	5	1,80	1,22
47_Programme installieren	0				
Gültige Werte (Listenweise)	0				

Deskriptive Statistik zu Tab. 11 (Kohorte 3)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
31_Schreiben (vorher)	85	1	5	3,67	,99
32_Rechnen (vorher)	85	1	5	1,93	,91
33_Zeichnen (vorher)	82	1	5	2,95	1,11
34_um mir selbst den computer beizubringen (vorher)	81	1	5	2,89	1,12
35_Lernen mit Lernprogrammen (vorher)	85	1	43	3,79	5,46
36_Spielen (vorher)	85	1	43	4,66	4,31
37_Programmieren (vorher)	84	1	5	1,81	1,16
38_um infos auf cdrom nachzuschlagen	84	1	5	3,32	1,15
39_Informationen finden/im Internet zu recherchieren (vorher)	83	1	5	3,22	1,50
40_um informationen visualisieren	83	1	5	2,19	1,19
41_Informationen ordnen und strukturieren (vorher)	85	1	5	2,09	1,10
42_für keatives arbeiten/sachen ausdenken	85	1	5	3,42	1,08
43_um infos im internet zu praesentieren	85	1	5	1,64	1,20
44_Kommunizieren (vorher)	85	1	5	2,69	1,61
45_Zusammenarbeiten (vorher)	83	1	5	1,64	,98
46_surfen im internet (vorher)	84	1	5	3,18	1,55
47_Programme installieren	85	1	5	2,53	1,44
Gültige Werte (Listenweise)	72				

### 4.2 Nutzung der Laptops im Unterricht (Kap. 7.2.3)

#### Friedman-Test zur schulischen Nutzung in Kohorte 1 (Tab. 15)

Ränge

	Mittlerer Rang
58_7_im letzten Schuljahr habe ich meinem Laptop in der Schule genutzt.	2,38
58_8a_im letzten Schuljahr habe ich meinem Laptop in der Schule genutzt.	1,86
58_9a_im letzten Schuljahr habe ich meinen Laptop in der Schule genutzt	1,76

Statistik für Test<sup>a</sup>

N	36
Chi-Quadrat	13,975
df	2
Asymptotische Signifikanz	,001

a. Friedman-Test

**Friedman-Test zur schulischen Nutzung in Kohorte 2 (Tab. 15)**

Ränge	
	Mittlerer Rang
58_7_im letzten Schuljahr habe ich meinem Laptop in der Schule genutzt.	1,60
58_8a_im letzten Schuljahr habe ich meinem Laptop in der Schule genutzt.	1,40

Statistik für Test <sup>a</sup>	
N	72
Chi-Quadrat	8,167
df	1
Asymptotische Signifikanz	,004

a. Friedman-Test

**Friedman-Test zu Hausaufgaben in Kohorte 1 (Tab. 15)**

Ränge	
	Mittlerer Rang
60_7_Im letzten Schuljahr habe ich den Laptop für meine Hausaufgaben benutzt...	2,53
60_8a_Im letzten Schuljahr habe ich den Laptop für meine Hausaufgaben benutzt...	1,68
60_9a_Im letzten Schuljahr habe ich den Laptop für meine Hausaufgaben genutzt	1,79

Statistik für Test <sup>a</sup>	
N	34
Chi-Quadrat	21,021
df	2
Asymptotische Signifikanz	,000

a. Friedman-Test

**Friedman-Test zu Hausaufgaben in Kohorte 2 (Tab. 15)**

Ränge	
	Mittlerer Rang
60_8a_Im letzten Schuljahr habe ich den Laptop für meine Hausaufgaben benutzt...	1,31
60_7_Im letzten Schuljahr habe ich den Laptop für meine Hausaufgaben benutzt...	1,69

Statistik für Test <sup>a</sup>	
N	69
Chi-Quadrat	14,696
df	1
Asymptotische Signifikanz	,000

a. Friedman-Test

**4.3 Unterrichtstätigkeiten (Kap. 7.2.4.1)****4.3.1 Veränderungen innerhalb Kohorte 1****Deskriptive Statistik zu Abb. 12**

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
86_8_LT(Schule) Schreiben	52	4	5	4,56	,50
86_8a_LT(Schule) Schreiben	55	3	5	4,44	,57
86_9_LT(Schule) Schreiben*	41	3	5	4,54	,55
87_8_LT(Schule) Rechnen	51	1	5	2,35	,84
87_8a_LT(Schule) Rechnen	55	1	4	2,42	,69
87_9_LT(Schule) Rechnen	41	1	4	2,80	,75
88_8_LT(Schule) Zeichnen	49	1	5	3,00	,84
88_8a_LT(Schule) Zeichnen	55	1	4	2,05	,97
88_9_LT(Schule) Zeichnen	41	1	4	1,98	,65
89_8_LT(Schule) Um mir selbst beizubringen...	52	1	5	2,79	1,16
89_8a_LT(Schule) Um mir selbst beizubringen...	53	1	5	2,68	1,16
89_9_LT(Schule) Um mir selbst beizubringen...	40	1	5	1,98	1,07
90_8_LT(Schule) Lernen mit Lernprogrammen	52	1	5	2,62	1,01
90_8a_LT(Schule) Lernen mit Lernprogrammen	54	1	4	2,85	,92
90_9_LT(Schule) Lernen mit Lernprogrammen	41	1	4	2,07	,85

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standard- abweichung
91_8_LT(Schule) Spielen	52	1	5	2,48	1,24
91_8a_LT(Schule) Spielen	53	1	5	1,91	1,13
91_9_LT(Schule) Spielen	41	1	5	2,15	1,09
92_8_LT(Schule) Programmieren	52	1	5	2,08	,97
92_8a_LT(Schule) Programmieren	55	1	4	1,44	,81
92_9_LT(Schule) Programmieren	41	1	3	1,22	,47
93_8_LT(Schule) Um infos auf cdrom nachzuschlagen	52	2	5	3,48	,83
93_8a_LT(Schule) Um infos auf cdrom nachzuschlagen	55	2	5	3,24	,72
93_9_LT(Schule) Um infos auf cdrom nachzuschlagen	41	1	5	3,22	,79
94_8_LT(Schule) Informationen im Net zu finden	50	1	5	1,40	,95
94_8a_LT(Schule) Informationen im Net zu finden	55	1	5	3,73	,80
94_9_LT(Schule) Informationen im Net zu finden	41	2	5	3,20	,71
95_8_LT(Schule) Infos zu verbildlichen	52	1	5	3,15	,94
95_8a_LT(Schule) Infos zu verbildlichen	55	1	5	2,67	,94
95_9_LT(Schule) Infos zu verbildlichen	41	1	4	2,27	,84
96_8_LT(Schule) Infos ordnen	51	1	5	2,61	1,17
96_8a_LT(Schule) Infos ordnen	54	1	4	2,48	,99
96_9_LT(Schule) Infos ordnen	41	1	4	2,20	,98
97_8_Sachen gestalten	52	3	5	3,96	,71
97_8a_Sachen gestalten	55	1	5	3,20	1,04
97_9_Sachen gestalten	41	1	5	2,90	,97
98_8_LT(Schule) Infos im Net präsentieren	52	1	5	1,96	1,25
98_8a_LT(Schule) Infos im Net präsentieren	55	1	5	2,42	1,12
98_9_LT(Schule) Infos im Net präsentieren	41	1	5	1,73	,81
99_8_LT(Schule) Kommunizieren	51	1	5	3,02	1,50
99_8a_LT(Schule) Kommunizieren	55	1	5	3,18	1,32
99_9_LT(Schule) Kommunizieren	41	1	4	2,05	1,02
100_8_LT(Schule) Zusammenarbeiten	48	1	5	3,44	,94
100_8a_LT(Schule) Zusammenarbeiten	55	1	5	3,27	1,03
100_9_LT(Schule) Zusammenarbeiten	41	1	5	3,05	,86
101_8_LT(Schule) Surfen im Net	46	1	5	1,26	,80
101_8a_LT(Schule) Surfen im Net	54	1	5	2,91	1,19
101_9_LT(Schule) Surfen im Net	41	1	5	2,41	1,09
102_8_LT(Schule) um Programme zu installieren und Systemveraenderungen vorzunehmen	0				
102_8a_LT(Schule) um Programme zu installieren und Systemveraenderungen vorzunehmen	52	1	4	1,92	,90
102_9_LT(Schule) um Programme zu installieren und Systemveraenderungen vorzunehmen	41	1	4	1,76	,80
Gültige Werte (Listenweise)	0				

### Multivariate Varianzanalyse mit Messwiederholung für Kohorte 1

#### Multivariate Tests<sup>b</sup>

Effekt	Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Signifikanz	
Zwischen den Subjekten	Intercept	,994	233,096 <sup>a</sup>	13,000	19,000	,000
	Wilks-Lambda	,006	233,096 <sup>a</sup>	13,000	19,000	,000
	Hotelling-Spur	159,487	233,096 <sup>a</sup>	13,000	19,000	,000
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	159,487	233,096 <sup>a</sup>	13,000	19,000	,000
Innerhalb der Subjekte	KLASSE	,973	8,267 <sup>a</sup>	26,000	6,000	,007
	Wilks-Lambda	,027	8,267 <sup>a</sup>	26,000	6,000	,007
	Hotelling-Spur	35,826	8,267 <sup>a</sup>	26,000	6,000	,007
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	35,826	8,267 <sup>a</sup>	26,000	6,000	,007

a. Exakte Statistik

b.

Design: Intercept  
Innersubjekt-Design: KLASSE



Mauchly-Test auf Sphärizität<sup>b</sup>

Innersubjekteffekt	Maß	Mauchly-W	Approximiert es Chi-Quadrat	df	Signifikanz	Epsilon <sup>a</sup>		
						Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Untergrenze
KLASSE	SCHREIBE	,907	2,917	2	,233	,915	,970	,500
	RECHNEN	,894	3,354	2	,187	,904	,957	,500
	WWWRECH	,945	1,700	2	,427	,948	1,000	,500
	ZUSARB	,970	,909	2	,635	,971	1,000	,500
	CDRECH	,757	8,355	2	,015	,804	,842	,500
	KREAT	,985	,468	2	,792	,985	1,000	,500
	LERNPROG	,966	1,025	2	,599	,967	1,000	,500
	SELBSTBE	,996	,108	2	,947	,996	1,000	,500
	VISUALIS	,848	4,948	2	,084	,868	,915	,500
	ORDNEN	,834	5,444	2	,066	,858	,903	,500
	WWWPRAS	,870	4,187	2	,123	,885	,934	,500
	ZEICHNEN	,873	4,067	2	,131	,887	,938	,500
	SPIELEN	,987	,399	2	,819	,987	1,000	,500

Prüft die Nullhypothese, daß sich die Fehlerkovarianz-Matrix der orthonormalisierten transformierten abhängigen Variablen proportional zur Einheitsmatrix verhält.

a. Kann zum Korrigieren der Freiheitsgrade für die gemittelten Signifikanztests verwendet werden. In der Tabelle mit den Tests der Effekte innerhalb der Subjekte werden korrigierte Tests angezeigt.

b.

Design: Intercept

Innersubjekt-Design: KLASSE

## Univariate Tests

Quelle	Maß		Quadrat- summe vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
KLASSE	SCHREIBE	Sphärizität	,146	2	7,292E-02	,381	,685
		angenommen	,146	1,830	7,967E-02	,381	,666
		Greenhouse-Geisser	,146	1,939	7,519E-02	,381	,678
		Huynh-Feldt	,146	1,000	,146	,381	,541
RECHNEN	SCHREIBE	Sphärizität	7,146	2	3,573	8,680	,000
		angenommen	7,146	1,809	3,951	8,680	,001
		Greenhouse-Geisser	7,146	1,914	3,733	8,680	,001
		Huynh-Feldt	7,146	1,000	7,146	8,680	,006
WWWRECH	SCHREIBE	Sphärizität	100,333	2	50,167	107,253	,000
		angenommen	100,333	1,896	52,931	107,253	,000
		Greenhouse-Geisser	100,333	2,000	50,167	107,253	,000
		Huynh-Feldt	100,333	1,000	100,333	107,253	,000
ZUSARB	SCHREIBE	Sphärizität	3,146	2	1,573	1,996	,144
		angenommen	3,146	1,942	1,620	1,996	,146
		Greenhouse-Geisser	3,146	2,000	1,573	1,996	,144
		Huynh-Feldt	3,146	1,000	3,146	1,996	,168
CDRECH	SCHREIBE	Sphärizität	,396	2	,198	,345	,710
		angenommen	,396	1,609	,246	,345	,663
		Greenhouse-Geisser	,396	1,684	,235	,345	,673
		Huynh-Feldt	,396	1,000	,396	,345	,561
KREAT	SCHREIBE	Sphärizität	19,312	2	9,656	13,009	,000
		angenommen	19,312	1,970	9,806	13,009	,000
		Greenhouse-Geisser	19,312	2,000	9,656	13,009	,000
		Huynh-Feldt	19,312	1,000	19,312	13,009	,001
LERNPROG	SCHREIBE	Sphärizität	9,771	2	4,885	6,747	,002
		angenommen	9,771	1,935	5,050	6,747	,003
		Greenhouse-Geisser	9,771	2,000	4,885	6,747	,002
		Huynh-Feldt	9,771	1,000	9,771	6,747	,014

Quelle	Maß		Quadrat- summe vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
SELBSTBE	Sphärizität angenommen	Greenhouse- Geisser	7,521	2	3,760	6,510	,003
		Huynh-Feldt	7,521	1,993	3,774	6,510	,003
		Untergrenze	7,521	2,000	3,760	6,510	,003
		Untergrenze	7,521	1,000	7,521	6,510	,016
VISUALIS	Sphärizität angenommen	Greenhouse- Geisser	14,396	2	7,198	10,080	,000
		Huynh-Feldt	14,396	1,736	8,292	10,080	,000
		Untergrenze	14,396	1,830	7,867	10,080	,000
		Untergrenze	14,396	1,000	14,396	10,080	,003
ORDNEN	Sphärizität angenommen	Greenhouse- Geisser	2,521	2	1,260	1,579	,214
		Huynh-Feldt	2,521	1,715	1,470	1,579	,217
		Untergrenze	2,521	1,806	1,396	1,579	,217
		Untergrenze	2,521	1,000	2,521	1,579	,218
WWWPRAS	Sphärizität angenommen	Greenhouse- Geisser	3,583	2	1,792	1,946	,151
		Huynh-Feldt	3,583	1,769	2,025	1,946	,157
		Untergrenze	3,583	1,869	1,918	1,946	,155
		Untergrenze	3,583	1,000	3,583	1,946	,173
ZEICHNEN	Sphärizität angenommen	Greenhouse- Geisser	16,583	2	8,292	14,515	,000
		Huynh-Feldt	16,583	1,775	9,343	14,515	,000
		Untergrenze	16,583	1,875	8,844	14,515	,000
		Untergrenze	16,583	1,000	16,583	14,515	,001
SPIELEN	Sphärizität angenommen	Greenhouse- Geisser	2,146	2	1,073	1,205	,307
		Huynh-Feldt	2,146	1,974	1,087	1,205	,306
		Untergrenze	2,146	2,000	1,073	1,205	,307
		Untergrenze	2,146	1,000	2,146	1,205	,281
Fehler (KLASSE)	SCHREIBE	Sphärizität angenommen	11,854	62	,191		
		Greenhouse- Geisser	11,854	56,742	,209		
		Huynh-Feldt	11,854	60,122	,197		
		Untergrenze	11,854	31,000	,382		
	RECHNEN	Sphärizität angenommen	25,521	62	,412		
		Greenhouse- Geisser	25,521	56,069	,455		
		Huynh-Feldt	25,521	59,340	,430		
		Untergrenze	25,521	31,000	,823		
	WWWRECH	Sphärizität angenommen	29,000	62	,468		
		Greenhouse- Geisser	29,000	58,763	,494		
		Huynh-Feldt	29,000	62,000	,468		
		Untergrenze	29,000	31,000	,935		
ZUSARB	Sphärizität angenommen	48,854	62	,788			
	Greenhouse- Geisser	48,854	60,203	,811			
	Huynh-Feldt	48,854	62,000	,788			
	Untergrenze	48,854	31,000	1,576			
CDRECH	Sphärizität angenommen	35,604	62	,574			
	Greenhouse- Geisser	35,604	49,876	,714			
	Huynh-Feldt	35,604	52,193	,682			
	Untergrenze	35,604	31,000	1,149			
KREAT	Sphärizität angenommen	46,021	62	,742			
	Greenhouse- Geisser	46,021	61,056	,754			
	Huynh-Feldt	46,021	62,000	,742			
	Untergrenze	46,021	31,000	1,485			

Quelle	Maß	Quadrat- summe vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
LERNPROG	Sphärizität	44,896	62	,724		
	angenommen					
	Greenhouse- Geisser	44,896	59,985	,748		
	Huynh-Feldt	44,896	62,000	,724		
	Untergrenze	44,896	31,000	1,448		
SELBSTBE	Sphärizität	35,813	62	,578		
	angenommen					
	Greenhouse- Geisser	35,813	61,778	,580		
	Huynh-Feldt	35,813	62,000	,578		
	Untergrenze	35,813	31,000	1,155		
VISUALIS	Sphärizität	44,271	62	,714		
	angenommen					
	Greenhouse- Geisser	44,271	53,817	,823		
	Huynh-Feldt	44,271	56,730	,780		
	Untergrenze	44,271	31,000	1,428		
ORDNEN	Sphärizität	49,479	62	,798		
	angenommen					
	Greenhouse- Geisser	49,479	53,176	,930		
	Huynh-Feldt	49,479	55,989	,884		
	Untergrenze	49,479	31,000	1,596		
WWWPRAS	Sphärizität	57,083	62	,921		
	angenommen					
	Greenhouse- Geisser	57,083	54,854	1,041		
	Huynh-Feldt	57,083	57,930	,985		
	Untergrenze	57,083	31,000	1,841		
ZEICHNEN	Sphärizität	35,417	62	,571		
	angenommen					
	Greenhouse- Geisser	35,417	55,025	,644		
	Huynh-Feldt	35,417	58,128	,609		
	Untergrenze	35,417	31,000	1,142		
SPIELEN	Sphärizität	55,188	62	,890		
	angenommen					
	Greenhouse- Geisser	55,188	61,191	,902		
	Huynh-Feldt	55,188	62,000	,890		
	Untergrenze	55,188	31,000	1,780		

## Paarweise Vergleiche

Maß	(I) KLASSE	(J) KLASSE	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz <sup>a</sup>	95% Konfidenzintervall für die Differenz <sup>a</sup>	
						Untergrenze	Obergrenze
SCHREIBE	1	2	9,375E-02	,094	,975	-,144	,331
		3	6,250E-02	,109	1,000	-,214	,339
	2	1	-9,375E-02	,094	,975	-,331	,144
		3	-3,125E-02	,123	1,000	-,342	,280
	3	1	-6,250E-02	,109	1,000	-,339	,214
		2	3,125E-02	,123	1,000	-,280	,342
RECHNEN	1	2	3,125E-02	,165	1,000	-,386	,449
		3	-,563*	,179	,011	-1,016	-,109
	2	1	-3,125E-02	,165	1,000	-,449	,386
		3	-,594*	,134	,000	-,932	-,255
	3	1	,563*	,179	,011	-,109	1,016
		2	,594*	,134	,000	,255	,932
WWWRECH	1	2	-2,375*	,189	,000	-2,854	-1,896
		3	-1,875*	,166	,000	-2,296	-1,454
	2	1	2,375*	,189	,000	1,896	2,854
		3	,500*	,156	,009	,106	,894
	3	1	1,875*	,166	,000	1,454	2,296
		2	-,500*	,156	,009	-,894	-,106
ZUSARB	1	2	,281	,202	,521	-,230	,792
		3	,438	,233	,210	-,152	1,027
	2	1	-,281	,202	,521	-,792	,230
		3	,156	,229	1,000	-,424	,737
	3	1	-,438	,233	,210	-1,027	,152
		2	-,156	,229	1,000	-,737	,424
CDRECH	1	2	6,250E-02	,142	1,000	-,296	,421
		3	,156	,225	1,000	-,413	,726
	2	1	-6,250E-02	,142	1,000	-,421	,296
		3	9,375E-02	,192	1,000	-,393	,581
	3	1	-,156	,225	1,000	-,726	,413
		2	-9,375E-02	,192	1,000	-,581	,393
KREAT	1	2	,844*	,216	,001	,297	1,390
		3	1,031*	,203	,000	,517	1,546
	2	1	-,844*	,216	,001	-1,390	-,297
		3	,188	,226	1,000	-,386	,761
	3	1	-1,031*	,203	,000	-1,546	-,517
		2	-,188	,226	1,000	-,761	,386
LERNPROG	1	2	-,375	,194	,189	-,867	,117
		3	,406	,228	,255	-,172	,984
	2	1	,375	,194	,189	-,117	,867
		3	,781*	,214	,003	,239	1,323
	3	1	-,406	,228	,255	-,984	,172
		2	-,781*	,214	,003	-1,323	-,239
SELBSTBE	1	2	,000	,185	1,000	-,469	,469
		3	-,594*	,190	,011	-,113	1,074
	2	1	,000	,185	1,000	-,469	,469
		3	-,594*	,195	,014	-,100	1,087
	3	1	-,594*	,190	,011	-1,074	-,113
		2	-,594*	,195	,014	-1,087	-,100
VISUALIS	1	2	,594	,245	,065	-2,723E-02	1,215
		3	,938*	,174	,000	,498	1,377
	2	1	-,594	,245	,065	-1,215	2,723E-02
		3	,344	,209	,329	-,185	,872
	3	1	-,938*	,174	,000	-1,377	-,498
		2	-,344	,209	,329	-,872	,185
ORDNEN	1	2	,000	,258	1,000	-,653	,653
		3	,344	,227	,421	-,231	,919
	2	1	,000	,258	1,000	-,653	,653
		3	,344	,177	,185	-,105	,793
	3	1	-,344	,227	,421	-,919	,231
		2	-,344	,177	,185	-,793	,105
WWWPRAS	1	2	-,375	,276	,552	-1,073	,323
		3	6,250E-02	,237	1,000	-,538	,663
	2	1	,375	,276	,552	-,323	1,073
		3	,438	,200	,110	-6,993E-02	,945
	3	1	-6,250E-02	,237	1,000	-,663	,538
		2	-,438	,200	,110	-,945	6,993E-02
ZEICHNEN	1	2	,938*	,220	,001	,381	1,494
		3	,813*	,176	,000	,366	1,259
	2	1	-,938*	,220	,001	-1,494	-,381
		3	-,125	,166	1,000	-,546	,296
	3	1	-,813*	,176	,000	-1,259	-,366
		2	,125	,166	1,000	-,296	,546
SPIELEN	1	2	,344	,248	,529	-,285	,972
		3	6,250E-02	,233	1,000	-,527	,652
	2	1	-,344	,248	,529	-,972	,285
		3	-,281	,226	,665	-,852	,290
	3	1	-6,250E-02	,233	1,000	-,652	,527
		2	-,281	,226	,665	-,290	,852

Basiert auf den geschätzten Randmitteln

\*. Die mittlere Differenz ist auf dem Niveau ,05 signifikant

a. Anpassung für Mehrfachvergleiche: Bonferroni.

## 4.3.2 Kohortenvergleich Kohorte 1, 2 und 3 (Kap. 7.2.4.1)

Deskriptive Statistik zu Abb. 13 (Kohorte 1)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
86_8_LT(Schule) Schreiben	52	4	5	4,56	,50
87_8_LT(Schule) Rechnen	51	1	5	2,35	,84
88_8_LT(Schule) Zeichnen	49	1	5	3,00	,84
89_8_LT(Schule) Um mir selbst beizubringen...	52	1	5	2,79	1,16
90_8_LT(Schule) Lernen mit Lernprogrammen	52	1	5	2,62	1,01
91_8_LT(Schule) Spielen	52	1	5	2,48	1,24
92_8_LT(Schule) Programmieren	52	1	5	2,08	,97
93_8_LT(Schule) Um infos auf cdrom nachzuschlagen	52	2	5	3,48	,83
94_8_LT(Schule) Informationen im Net zu finden	50	1	5	1,40	,95
95_8_LT(Schule) Infos zu verbildlichen	52	1	5	3,15	,94
96_8_LT(Schule) Infos ordnen	51	1	5	2,61	1,17
97_8_Sachen gestalten	52	3	5	3,96	,71
98_8_LT(Schule) Infos im Net präsentieren	52	1	5	1,96	1,25
99_8_LT(Schule) Kommunizieren	51	1	5	3,02	1,50
100_8_LT(Schule) Zusammenarbeiten	48	1	5	3,44	,94
101_8_LT(Schule) Surfen im Net	46	1	5	1,26	,80
102_8_LT(Schule) um Programme zu installieren und Systemveraenderungen vorzunehmen	0				
Gültige Werte (Listenweise)	0				

Deskriptive Statistik zu Abb. 13 (Kohorte 2)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
86_8_LT(Schule) Schreiben	83	3	5	4,45	,61
87_8_LT(Schule) Rechnen	83	2	5	3,29	,72
88_8_LT(Schule) Zeichnen	81	1	4	1,85	,82
89_8_LT(Schule) Um mir selbst beizubringen...	82	1	5	2,61	1,15
90_8_LT(Schule) Lernen mit Lernprogrammen	82	1	5	2,93	1,06
91_8_LT(Schule) Spielen	80	1	5	2,23	1,16
92_8_LT(Schule) Programmieren	83	1	5	1,37	,74
93_8_LT(Schule) Um infos auf cdrom nachzuschlagen	81	1	5	1,98	,99
94_8_LT(Schule) Informationen im Net zu finden	80	1	3	1,14	,41
95_8_LT(Schule) Infos zu verbildlichen	81	1	4	2,38	,90
96_8_LT(Schule) Infos ordnen	79	1	5	2,29	1,18
97_8_Sachen gestalten	83	1	5	3,14	1,05
98_8_LT(Schule) Infos im Net präsentieren	83	1	4	1,12	,48
99_8_LT(Schule) Kommunizieren	80	1	5	3,00	1,27
100_8_LT(Schule) Zusammenarbeiten	82	1	5	3,22	,97
101_8_LT(Schule) Surfen im Net	83	1	5	1,07	,49
102_8_LT(Schule) um Programme zu installieren und Systemveraenderungen vorzunehmen	82	1	5	1,74	,90
Gültige Werte (Listenweise)	66				

Deskriptive Statistik zu Abb. 13 (Kohorte 3)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
86_8_LT(Schule) Schreiben	84	3	5	4,64	,55
87_8_LT(Schule) Rechnen	84	1	5	3,30	,88
88_8_LT(Schule) Zeichnen	84	1	5	2,56	1,12
89_8_LT(Schule) Um mir selbst beizubringen...	83	1	5	2,42	1,09
90_8_LT(Schule) Lernen mit Lernprogrammen	84	1	5	3,08	1,12
91_8_LT(Schule) Spielen	84	1	5	2,20	1,19
92_8_LT(Schule) Programmieren	84	1	4	1,25	,60
93_8_LT(Schule) Um infos auf cdrom nachzuschlagen	84	1	5	3,42	,84
94_8_LT(Schule) Informationen im Net zu finden	80	1	5	1,07	,47
95_8_LT(Schule) Infos zu verbildlichen	84	1	5	2,56	1,05
96_8_LT(Schule) Infos ordnen	84	1	5	2,39	1,16
97_8_Sachen gestalten	83	1	5	3,52	1,14
98_8_LT(Schule) Infos im Net präsentieren	80	1	3	1,05	,27
99_8_LT(Schule) Kommunizieren	82	1	5	1,88	1,09
100_8_LT(Schule) Zusammenarbeiten	84	1	5	2,90	1,03
101_8_LT(Schule) Surfen im Net	81	1	5	1,11	,55
102_8_LT(Schule) um Programme zu installieren und Systemveraenderungen vorzunehmen	83	1	5	1,52	,87
Gültige Werte (Listenweise)	75				

## Multivariate Varianzanalyse zum Kohortenvergleich von Kohorte 1, 2 und 3

Box-Test auf Gleichheit der Kovarianzmatrizen <sup>a</sup>

Box-M-Test	135,863
F	,942
df1	132
df2	67140,66
Signifikanz	,670

Prüft die Nullhypothese, daß die beobachteten Kovarianzmatrizen der abhängigen Variablen über die Gruppen gleich sind.

a. Design: Intercept+KOHORTE

Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen <sup>a</sup>

	F	df1	df2	Signifikanz
86_8_LT(Schule) Schreiben	2,516	2	197	,083
87_8_LT(Schule) Rechnen	1,845	2	197	,161
88_8_LT(Schule) Zeichnen	8,819	2	197	,000
89_8_LT(Schule) Um mir selbst beizubringen...	,881	2	197	,416
90_8_LT(Schule) Lernen mit Lernprogrammen	,080	2	197	,923
91_8_LT(Schule) Spielen	,163	2	197	,850
93_8_LT(Schule) Um infos auf cdrom nachzuschlagen	,318	2	197	,728
95_8_LT(Schule) Infos zu verbildlichen	2,001	2	197	,138
96_8_LT(Schule) Infos ordnen	,063	2	197	,939
97_8_Sachen gestalten	9,849	2	197	,000
100_8_LT(Schule) Zusammenarbeiten	,008	2	197	,992

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

a. Design: Intercept+KOHORTE

Multivariate Tests<sup>c</sup>

Effekt	Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Signifikanz	
Intercept	Pillai-Spur	,988	1375,753 <sup>a</sup>	11,000	187,000	,000
	Wilks-Lambda	,012	1375,753 <sup>a</sup>	11,000	187,000	,000
	Hotelling-Spur	80,927	1375,753 <sup>a</sup>	11,000	187,000	,000
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	80,927	1375,753 <sup>a</sup>	11,000	187,000	,000
KOHORTE	Pillai-Spur	,757	10,410	22,000	376,000	,000
	Wilks-Lambda	,374	10,785 <sup>a</sup>	22,000	374,000	,000
	Hotelling-Spur	1,320	11,161	22,000	372,000	,000
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	,951	16,252 <sup>b</sup>	11,000	188,000	,000

a. Exakte Statistik

b. Die Statistik ist eine Obergrenze auf F, die eine Untergrenze auf dem Signifikanzniveau ergibt.

c. Design: Intercept+KOHORTE

## Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	86_8_LT(Schule) Schreiben	,993	2	,496	1,580	,209
	87_8_LT(Schule) Rechnen	28,040	2	14,020	20,038	,000
	88_8_LT(Schule) Zeichnen	40,297	2	20,148	21,656	,000
	89_8_LT(Schule) Um mir selbst beizubringen...	5,150	2	2,575	1,910	,151
	90_8_LT(Schule) Lernen mit Lernprogrammen	5,848	2	2,924	2,447	,089
	91_8_LT(Schule) Spielen	1,989	2	,995	,695	,500
	93_8_LT(Schule) Um infos auf cdrom nachzuschlagen	99,055	2	49,527	59,739	,000
	95_8_LT(Schule) Infos zu verbildlichen	15,778	2	7,889	8,318	,000
	96_8_LT(Schule) Infos ordnen	2,103	2	1,052	,746	,476
	97_8_Sachen gestalten	20,933	2	10,466	9,958	,000
100_8_LT(Schule) Zusammenarbeiten	9,335	2	4,667	4,757	,010	
Intercept	86_8_LT(Schule) Schreiben	3935,797	1	3935,797	12529,487	,000
	87_8_LT(Schule) Rechnen	1673,545	1	1673,545	2391,913	,000
	88_8_LT(Schule) Zeichnen	1132,822	1	1132,822	1217,602	,000
	89_8_LT(Schule) Um mir selbst beizubringen...	1287,131	1	1287,131	954,795	,000
	90_8_LT(Schule) Lernen mit Lernprogrammen	1580,589	1	1580,589	1322,573	,000
	91_8_LT(Schule) Spielen	976,832	1	976,832	682,383	,000
	93_8_LT(Schule) Um infos auf cdrom nachzuschlagen	1643,353	1	1643,353	1982,184	,000
	95_8_LT(Schule) Infos zu verbildlichen	1365,837	1	1365,837	1440,095	,000
	96_8_LT(Schule) Infos ordnen	1098,231	1	1098,231	779,107	,000
	97_8_Sachen gestalten	2377,626	1	2377,626	2262,083	,000
100_8_LT(Schule) Zusammenarbeiten	1902,894	1	1902,894	1939,465	,000	
KOHORTE	86_8_LT(Schule) Schreiben	,993	2	,496	1,580	,209
	87_8_LT(Schule) Rechnen	28,040	2	14,020	20,038	,000
	88_8_LT(Schule) Zeichnen	40,297	2	20,148	21,656	,000
	89_8_LT(Schule) Um mir selbst beizubringen...	5,150	2	2,575	1,910	,151
	90_8_LT(Schule) Lernen mit Lernprogrammen	5,848	2	2,924	2,447	,089
	91_8_LT(Schule) Spielen	1,989	2	,995	,695	,500
	93_8_LT(Schule) Um infos auf cdrom nachzuschlagen	99,055	2	49,527	59,739	,000
	95_8_LT(Schule) Infos zu verbildlichen	15,778	2	7,889	8,318	,000
	96_8_LT(Schule) Infos ordnen	2,103	2	1,052	,746	,476
	97_8_Sachen gestalten	20,933	2	10,466	9,958	,000
100_8_LT(Schule) Zusammenarbeiten	9,335	2	4,667	4,757	,010	

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Fehler	86_8_LT(Schule) Schreiben	61,882	197	,314		
	87_8_LT(Schule) Rechnen	137,835	197	,700		
	88_8_LT(Schule) Zeichnen	183,283	197	,930		
	89_8_LT(Schule) Um mir selbst beizubringen...	265,570	197	1,348		
	90_8_LT(Schule) Lernen mit Lernprogrammen	235,432	197	1,195		
	91_8_LT(Schule) Spielen	282,006	197	1,432		
	93_8_LT(Schule) Um infos auf cdrom nachzuschlagen	163,325	197	,829		
	95_8_LT(Schule) Infos zu verbildlichen	186,842	197	,948		
	96_8_LT(Schule) Infos ordnen	277,692	197	1,410		
	97_8_Sachen gestalten	207,062	197	1,051		
100_8_LT(Schule) Zusammenarbeiten	193,285	197	,981			
Gesamt	86_8_LT(Schule) Schreiben	4249,000	200			
	87_8_LT(Schule) Rechnen	2057,000	200			
	88_8_LT(Schule) Zeichnen	1366,000	200			
	89_8_LT(Schule) Um mir selbst beizubringen...	1602,000	200			
	90_8_LT(Schule) Lernen mit Lernprogrammen	1970,000	200			
	91_8_LT(Schule) Spielen	1301,000	200			
	93_8_LT(Schule) Um infos auf cdrom nachzuschlagen	1956,000	200			
	95_8_LT(Schule) Infos zu verbildlichen	1586,000	200			
	96_8_LT(Schule) Infos ordnen	1427,000	200			
	97_8_Sachen gestalten	2671,000	200			
100_8_LT(Schule) Zusammenarbeiten	2162,000	200				
Korrigierte Gesamtvariation	86_8_LT(Schule) Schreiben	62,875	199			
	87_8_LT(Schule) Rechnen	165,875	199			
	88_8_LT(Schule) Zeichnen	223,580	199			
	89_8_LT(Schule) Um mir selbst beizubringen...	270,720	199			
	90_8_LT(Schule) Lernen mit Lernprogrammen	241,280	199			
	91_8_LT(Schule) Spielen	283,995	199			
	93_8_LT(Schule) Um infos auf cdrom nachzuschlagen	262,380	199			
	95_8_LT(Schule) Infos zu verbildlichen	202,620	199			
	96_8_LT(Schule) Infos ordnen	279,795	199			
	97_8_Sachen gestalten	227,995	199			
100_8_LT(Schule) Zusammenarbeiten	202,620	199				

a R-Quadrat = ,016 (korrigiertes R-Quadrat = ,006)

b R-Quadrat = ,169 (korrigiertes R-Quadrat = ,161)

c R-Quadrat = ,180 (korrigiertes R-Quadrat = ,172)

d R-Quadrat = ,019 (korrigiertes R-Quadrat = ,009)

e R-Quadrat = ,024 (korrigiertes R-Quadrat = ,014)

f R-Quadrat = ,007 (korrigiertes R-Quadrat = -,003)

g R-Quadrat = ,378 (korrigiertes R-Quadrat = ,371)

h R-Quadrat = ,078 (korrigiertes R-Quadrat = ,069)

i R-Quadrat = ,008 (korrigiertes R-Quadrat = -,003)

j R-Quadrat = ,092 (korrigiertes R-Quadrat = ,083)

k R-Quadrat = ,046 (korrigiertes R-Quadrat = ,036)



## Mehrfachvergleiche

Bonferroni

Abhängige Variable	(I) 0_Kohorte nach Messzeitpunkt	(J) 0_Kohorte nach Messzeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig.	95% Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
86_8_LT(Schule) Schreiben	erste Kohorte	zweite Kohorte	,10	,11	1,000	-,15	,36
		dritte Kohorte	-5,94E-02	,10	1,000	-,31	,19
	zweite Kohorte	erste Kohorte	-,10	,11	1,000	-,36	,15
		dritte Kohorte	-,16	9,05E-02	,235	-,38	5,83E-02
	dritte Kohorte	erste Kohorte	5,94E-02	,10	1,000	-,19	,31
		zweite Kohorte	,16	9,05E-02	,235	-5,83E-02	,38
87_8_LT(Schule) Rechnen	erste Kohorte	zweite Kohorte	-,86*	,16	,000	-1,24	-,48
		dritte Kohorte	-,91*	,15	,000	-1,29	-,54
	zweite Kohorte	erste Kohorte	,86*	,16	,000	,48	1,24
		dritte Kohorte	-5,49E-02	,14	1,000	-,38	,27
	dritte Kohorte	erste Kohorte	,91*	,15	,000	,54	1,29
		zweite Kohorte	5,49E-02	,14	1,000	-,27	,38
88_8_LT(Schule) Zeichnen	erste Kohorte	zweite Kohorte	1,14*	,18	,000	,71	1,58
		dritte Kohorte	,43*	,18	,050	4,46E-04	,86
	zweite Kohorte	erste Kohorte	-1,14*	,18	,000	-1,58	-,71
		dritte Kohorte	-,72*	,16	,000	-1,09	-,34
	dritte Kohorte	erste Kohorte	-,43*	,18	,050	-,86	-4,46E-04
		zweite Kohorte	,72*	,16	,000	,34	1,09
89_8_LT(Schule) Um mir selbst beizubringen...	erste Kohorte	zweite Kohorte	,17	,22	1,000	-,36	,69
		dritte Kohorte	,40	,21	,185	-,11	,92
	zweite Kohorte	erste Kohorte	-,17	,22	1,000	-,69	,36
		dritte Kohorte	,24	,19	,626	-,22	,69
	dritte Kohorte	erste Kohorte	-,40	,21	,185	-,92	,11
		zweite Kohorte	-,24	,19	,626	-,69	,22
90_8_LT(Schule) Lernen mit Lernprogrammen	erste Kohorte	zweite Kohorte	-,29	,21	,475	-,79	,21
		dritte Kohorte	-,45	,20	,084	-,93	4,09E-02
	zweite Kohorte	erste Kohorte	,29	,21	,475	-,21	,79
		dritte Kohorte	-,15	,18	1,000	-,58	,27
	dritte Kohorte	erste Kohorte	,45	,20	,084	-4,09E-02	,93
		zweite Kohorte	,15	,18	1,000	-,27	,58
91_8_LT(Schule) Spielen	erste Kohorte	zweite Kohorte	,25	,23	,785	-,29	,80
		dritte Kohorte	,22	,22	,990	-,32	,75
	zweite Kohorte	erste Kohorte	-,25	,23	,785	-,80	,29
		dritte Kohorte	-3,90E-02	,19	1,000	-,51	,43
	dritte Kohorte	erste Kohorte	-,22	,22	,990	-,75	,32
		zweite Kohorte	3,90E-02	,19	1,000	-,43	,51
93_8_LT(Schule) Um infos auf cdrom nachzuschlagen	erste Kohorte	zweite Kohorte	1,51*	,17	,000	1,09	1,92
		dritte Kohorte	6,36E-02	,17	1,000	-,34	,47
	zweite Kohorte	erste Kohorte	-1,51*	,17	,000	-1,92	-1,09
		dritte Kohorte	-1,44*	,15	,000	-1,80	-1,09
	dritte Kohorte	erste Kohorte	-6,36E-02	,17	1,000	-,47	,34
		zweite Kohorte	1,44*	,15	,000	1,09	1,80
95_8_LT(Schule) Infos zu verbildlichen	erste Kohorte	zweite Kohorte	,73*	,18	,000	,28	1,17
		dritte Kohorte	,58*	,18	,004	,15	1,01
	zweite Kohorte	erste Kohorte	-,73*	,18	,000	-1,17	-,28
		dritte Kohorte	-,15	,16	1,000	-,53	,23
	dritte Kohorte	erste Kohorte	-,58*	,18	,004	-1,01	-,15
		zweite Kohorte	,15	,16	1,000	-,23	,53
96_8_LT(Schule) Infos ordnen	erste Kohorte	zweite Kohorte	,27	,22	,671	-,27	,81
		dritte Kohorte	,17	,22	1,000	-,35	,70
	zweite Kohorte	erste Kohorte	-,27	,22	,671	-,81	,27
		dritte Kohorte	-9,86E-02	,19	1,000	-,56	,36
	dritte Kohorte	erste Kohorte	-,17	,22	1,000	-,70	,35
		zweite Kohorte	9,86E-02	,19	1,000	-,36	,56
97_8_Sachen gestalten	erste Kohorte	zweite Kohorte	,86*	,19	,000	,39	1,33
		dritte Kohorte	,48*	,19	,038	1,96E-02	,93
	zweite Kohorte	erste Kohorte	-,86*	,19	,000	-1,33	-,39
		dritte Kohorte	-,39	,17	,063	-,79	1,43E-02
	dritte Kohorte	erste Kohorte	-,48*	,19	,038	-,93	-1,96E-02
		zweite Kohorte	,39	,17	,063	-1,43E-02	,79
100_8_LT(Schule) Zusammenarbeiten	erste Kohorte	zweite Kohorte	,28	,19	,425	-,18	,73
		dritte Kohorte	,55*	,18	,008	,11	,99
	zweite Kohorte	erste Kohorte	-,28	,19	,425	-,73	,18
		dritte Kohorte	,28	,16	,251	-,11	,66
	dritte Kohorte	erste Kohorte	-,55*	,18	,008	-,99	-,11
		zweite Kohorte	-,28	,16	,251	-,66	,11

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

\*. Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

## Kruskal-Wallis-Test für die Variablen „Zeichnen“ und „Kreatives Gestalten“

Ränge		N	Mittlerer Rang
88_8_LT(Schule) Zeichnen	0_Kohorte nach erste Kohorte	49	143,01
	zweite Kohorte	81	76,77
	dritte Kohorte	84	116,42
	Gesamt	214	
97_8_Sachen gestalten	0_Kohorte nach erste Kohorte	52	136,56
	zweite Kohorte	83	89,39
	dritte Kohorte	83	112,66
	Gesamt	218	

Statistik für Test<sup>a,b</sup>

	88_8_LT(Schule) Zeichnen	97_8_Sache n gestalten
Chi-Quadrat	40,689	19,716
df	2	2
Asymptotische Signifikanz	,000	,000

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: 0\_Kohorte nach Messzeitpunkt

## 4.4 Sozialformen, Handlungsmuster, Lerninhalte und Lernziele (Kap. 7.2.4.2)

## 4.4.1 Veränderungen innerhalb Kohorte 1

Deskriptive Statistik zu Abb. 14 (Kap. 7.2.4.2)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
77_8_Gruppenarbeit machen wir...	50	1	4	1,70	,93
77_8a_Gruppenarbeit machen wir...	54	1	7	2,70	1,64
77_9_Gruppenarbeit machen wir...	40	1	6	2,92	1,25
78_8_Seit wir die Laptops haben, ist der Unterricht	51	1	7	2,86	1,25
78_8a_Seit wir die Laptops haben, ist der Unterricht	53	1	7	3,38	1,75
78_9_Seit wir die Laptops haben, ist der Unterricht	41	1	6	3,07	1,23
79_8_Mit anderen zusammenzuarbeiten, ist...	51	1	6	2,67	1,40
79_8a_Mit anderen zusammenzuarbeiten, ist...	53	1	7	3,15	1,59
79_9_Mit anderen zusammenzuarbeiten, ist...	41	1	6	3,22	1,49
82_8_Mit Laptop kann ich selbst bestimmen, was ich machen will	51	1	7	3,84	1,71
82_8a_Mit Laptop kann ich selbst bestimmen, was ich machen will	54	1	7	3,89	1,85
82_9_Mit Laptop kann ich selbst bestimmen, was ich machen will	41	1	7	4,24	1,93
83_8_Wenn wir Laptops nutzen, kann ich mein Arbeitstempo und meine Arbeitsweise selbst bestimmen...	1	1	1	1,00	,
83_8a_Wenn wir Laptops nutzen, kann ich mein Arbeitstempo und meine Arbeitsweise selbst bestimmen...	53	1	7	3,98	1,73
83_9_Wenn wir Laptops nutzen, kann ich mein Arbeitstempo und meine Arbeitsweise selbst bestimmen...	41	1	7	4,41	1,66
84_8_Seit wir Laptops haben ist der Unterricht...	52	1	7	3,58	1,23
84_8a_Seit wir Laptops haben ist der Unterricht...	54	1	7	3,50	1,46
84_9_Seit wir Laptops haben ist der Unterricht...	41	2	6	3,71	,93
Gültige Werte (Listenweise)	0				

## Multivariate Varianzanalyse mit Messwiederholung für Kohorte 1

Multivariate Tests<sup>b</sup>

Effekt			Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Signifikanz
Zwischen den Subjekten	Intercept	Pillai-Spur	,962	137,735 <sup>a</sup>	5,000	27,000	,000
		Wilks-Lambda	,038	137,735 <sup>a</sup>	5,000	27,000	,000
		Hotelling-Spur	25,507	137,735 <sup>a</sup>	5,000	27,000	,000
		Größte charakteristische Wurzel nach Roy	25,507	137,735 <sup>a</sup>	5,000	27,000	,000
Innerhalb der Subjekte	KLASSE	Pillai-Spur	,526	2,445 <sup>a</sup>	10,000	22,000	,039
		Wilks-Lambda	,474	2,445 <sup>a</sup>	10,000	22,000	,039
		Hotelling-Spur	1,111	2,445 <sup>a</sup>	10,000	22,000	,039
		Größte charakteristische Wurzel nach Roy	1,111	2,445 <sup>a</sup>	10,000	22,000	,039

a. Exakte Statistik

b.

Design: Intercept  
Innersubjekt-Design: KLASSEMauchly-Test auf Sphärizität<sup>b</sup>

Innersubjekteffekt	Maß	Mauchly-W	Approximiert es Chi-Quadrat	df	Signifikanz	Epsilon <sup>a</sup>		
						Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Untergrenze
KLASSE	GA	,846	5,029	2	,081	,866	,913	,500
	GAEINF	,975	,751	2	,687	,976	1,000	,500
	ANSCHAUL	,759	8,255	2	,016	,806	,844	,500
	EINFACH	,970	,921	2	,631	,971	1,000	,500
	SELBSTBE	,893	3,392	2	,183	,903	,956	,500

Prüft die Nullhypothese, daß sich die Fehlerkovarianz-Matrix der orthonormalisierten transformierten abhängigen Variablen proportional zur Einheitsmatrix verhält.

a. Kann zum Korrigieren der Freiheitsgrade für die gemittelten Signifikanztests verwendet werden. In der Tabelle mit den Tests der Effekte innerhalb der Subjekte werden korrigierte Tests angezeigt.

b.

Design: Intercept  
Innersubjekt-Design: KLASSE

Tests auf Univariate

Quelle	Maß		Quadrats umme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
KLASSE	GA	Sphärizität angenommen	29,438	2	14,719	11,816	,000
		Greenhouse-Geisser	29,438	1,733	16,991	11,816	,000
		Huynh-Feldt	29,438	1,826	16,121	11,816	,000
		Untergrenze	29,438	1,000	29,438	11,816	,002
	GAEINF	Sphärizität angenommen	4,938	2	2,469	1,430	,247
		Greenhouse-Geisser	4,938	1,952	2,530	1,430	,247
		Huynh-Feldt	4,938	2,000	2,469	1,430	,247
		Untergrenze	4,938	1,000	4,938	1,430	,241
	ANSCHAUL	Sphärizität angenommen	9,646	2	4,823	2,903	,062
		Greenhouse-Geisser	9,646	1,612	5,983	2,903	,075
		Huynh-Feldt	9,646	1,687	5,716	2,903	,072
		Untergrenze	9,646	1,000	9,646	2,903	,098
	EINFACH	Sphärizität angenommen	8,333E-02	2	4,167E-02	,032	,969
		Greenhouse-Geisser	8,333E-02	1,941	4,293E-02	,032	,966
		Huynh-Feldt	8,333E-02	2,000	4,167E-02	,032	,969
		Untergrenze	8,333E-02	1,000	8,333E-02	,032	,860
	SELBSTBE	Sphärizität angenommen	2,146	2	1,073	,595	,555
		Greenhouse-Geisser	2,146	1,807	1,188	,595	,539
		Huynh-Feldt	2,146	1,912	1,122	,595	,548
		Untergrenze	2,146	1,000	2,146	,595	,446
Fehler(KLASSE)	GA	Sphärizität angenommen	77,229	62	1,246		
		Greenhouse-Geisser	77,229	53,710	1,438		
		Huynh-Feldt	77,229	56,606	1,364		
		Untergrenze	77,229	31,000	2,491		
	GAEINF	Sphärizität angenommen	107,063	62	1,727		
		Greenhouse-Geisser	107,063	60,505	1,769		
		Huynh-Feldt	107,063	62,000	1,727		
		Untergrenze	107,063	31,000	3,454		
	ANSCHAUL	Sphärizität angenommen	103,021	62	1,662		
		Greenhouse-Geisser	103,021	49,977	2,061		
		Huynh-Feldt	103,021	52,310	1,969		
		Untergrenze	103,021	31,000	3,323		
	EINFACH	Sphärizität angenommen	81,250	62	1,310		
		Greenhouse-Geisser	81,250	60,181	1,350		
		Huynh-Feldt	81,250	62,000	1,310		
		Untergrenze	81,250	31,000	2,621		
	SELBSTBE	Sphärizität angenommen	111,854	62	1,804		
		Greenhouse-Geisser	111,854	56,012	1,997		
		Huynh-Feldt	111,854	59,273	1,887		
		Untergrenze	111,854	31,000	3,608		

## Paarweise Vergleiche

Maß	(I) KLASSE	(J) KLASSE	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig. <sup>a</sup>	95% Konfidenzintervall für die Differenz <sup>a</sup>	
						Untergrenze	Obergrenze
GA	1	2	-1,219*	,326	,002	-2,044	-,394
		3	-1,125*	,232	,000	-1,713	-,537
	2	1	1,219*	,326	,002	,394	2,044
		3	9,375E-02	,271	1,000	-,591	,779
	3	1	1,125*	,232	,000	,537	1,713
		2	-9,375E-02	,271	1,000	-,779	,591
GAEINF	1	2	-,531	,321	,323	-1,343	,280
		3	-,406	,311	,602	-1,192	,380
	2	1	,531	,321	,323	-,280	1,343
		3	,125	,353	1,000	-,768	1,018
	3	1	,406	,311	,602	-,380	1,192
		2	-,125	,353	1,000	-1,018	,768
ANSCHAUL	1	2	-,656	,293	,097	-1,398	8,556E-02
		3	3,125E-02	,267	1,000	-,646	,708
	2	1	,656	,293	,097	-8,556E-02	1,398
		3	,688	,393	,269	-,306	1,681
	3	1	-3,125E-02	,267	1,000	-,708	,646
		2	-,688	,393	,269	-1,681	,306
EINFACH	1	2	-6,250E-02	,304	1,000	-,833	,708
		3	-6,250E-02	,262	1,000	-,725	,600
	2	1	6,250E-02	,304	1,000	-,708	,833
		3	,000	,291	1,000	-,736	,736
	3	1	6,250E-02	,262	1,000	-,600	,725
		2	,000	,291	1,000	-,736	,736
SELBSTBE	1	2	-,344	,283	,699	-1,059	,371
		3	-,281	,379	1,000	-1,240	,678
	2	1	,344	,283	,699	-,371	1,059
		3	6,250E-02	,339	1,000	-,795	,920
	3	1	,281	,379	1,000	-,678	1,240
		2	-6,250E-02	,339	1,000	-,920	,795

Basiert auf den geschätzten Randmitteln

\*. Die mittlere Differenz ist auf dem Niveau ,05 signifikant

a. Anpassung für Mehrfachvergleiche: Bonferroni.

## 4.4.2 Kohortenvergleich Kohorte 1, 2 und 3 (Kap. 7.2.4.2)

Deskriptive Statistik zu Abb. 15 (Kohorte 1)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
77_8_Gruppenarbeit machen wir...	50	1	4	1,70	,93
78_8_Seit wir die Laptops haben, ist der Unterricht	51	1	7	2,86	1,25
79_8_Mit anderen zusammenzuarbeiten, ist...	51	1	6	2,67	1,40
82_8_Mit Laptop kann ich selbst bestimmen, was ich machen will	51	1	7	3,84	1,71
83_8_Wenn wir Laptops nutzen, kann ich mein Arbeitstempo und meine Arbeitsweise selbst bestimmen...	1	1	1	1,00	
84_8_Seit wir Laptops haben ist der Unterricht	52	1	7	3,58	1,23
Gültige Werte (Listenweise)	1				

Deskriptive Statistik zu Abb. 15 (Kohorte 2)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
77_8_Gruppenarbeit machen wir...	80	1	7	3,69	1,57
78_8_Seit wir die Laptops haben, ist der Unterricht	80	1	6	2,69	1,22
79_8_Mit anderen zusammenzuarbeiten, ist...	77	1	7	3,12	1,56
82_8_Mit Laptop kann ich selbst bestimmen, was ich machen will	82	1	7	4,28	1,80
83_8_Wenn wir Laptops nutzen, kann ich mein Arbeitstempo und meine Arbeitsweise selbst bestimmen...	81	1	7	3,98	1,55
84_8_Seit wir Laptops haben ist der Unterricht	80	1	6	3,03	1,36
Gültige Werte (Listenweise)	75				

Deskriptive Statistik zu Abb. 15 (Kohorte 3)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
77_8_Gruppenarbeit machen wir...	83	1	7	4,48	1,53
78_8_Seit wir die Laptops haben, ist der Unterricht	83	1	7	2,58	1,09
79_8_Mit anderen zusammenarbeiten, ist...	78	1	6	2,91	1,33
82_8_Mit Laptop kann ich selbst bestimmen, was ich machen will	83	1	7	3,89	1,62
83_8_Wenn wir Laptops nutzen, kann ich mein Arbeitstempo und meine Arbeitsweise selbst bestimmen...	83	1	7	3,66	1,58
84_8_Seit wir Laptops haben ist der Unterricht...	83	1	6	3,00	1,13
Gültige Werte (Listenweise)	74				

## Multivariate Varianzanalyse für Kohorte 1, 2 und 3

Box-Test auf Gleichheit der Kovarianzmatrizen<sup>a</sup>

Box-M-Test	64,500
F	2,066
df1	30
df2	85443,55
Signifikanz	,001

Prüft die Nullhypothese, daß die beobachteten Kovarianzmatrizen der abhängigen Variablen über die Gruppen gleich sind.

a. Design: Intercept+KOHORTE

Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen<sup>a</sup>

	F	df1	df2	Signifikanz
77_8_Gruppenarbeit machen wir...	6,861	2	194	,001
78_8_Seit wir die Laptops haben, ist der Unterricht	1,378	2	194	,254
79_8_Mit anderen zusammenarbeiten, ist...	2,272	2	194	,106
82_8_Mit Laptop kann ich selbst bestimmen, was ich machen will	,620	2	194	,539
84_8_Seit wir Laptops haben ist der Unterricht...	1,811	2	194	,166

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

a. Design: Intercept+KOHORTE

Multivariate Tests<sup>c</sup>

Effekt	Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Signifikanz	
Intercept	Pillai-Spur	,933	531,390 <sup>a</sup>	5,000	190,000	,000
	Wilks-Lambda	,067	531,390 <sup>a</sup>	5,000	190,000	,000
	Hotelling-Spur	13,984	531,390 <sup>a</sup>	5,000	190,000	,000
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	13,984	531,390 <sup>a</sup>	5,000	190,000	,000
KOHORTE	Pillai-Spur	,440	10,764	10,000	382,000	,000
	Wilks-Lambda	,570	12,325 <sup>a</sup>	10,000	380,000	,000
	Hotelling-Spur	,737	13,922	10,000	378,000	,000
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	,712	27,213 <sup>b</sup>	5,000	191,000	,000

a. Exakte Statistik

b. Die Statistik ist eine Obergrenze auf F, die eine Untergrenze auf dem Signifikanzniveau ergibt.

c. Design: Intercept+KOHORTE

Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Abhängige Variable	Quadrat summe vom Typ III	df	Mittel der Quadrat e	F	Sig.
Korrigiertes Modell	77_8_Groupenarbeit machen wir...	222,241 <sup>a</sup>	2	111,120	54,579	,000
	78_8_Seit wir die Laptops haben, ist der Unterricht	3,610 <sup>b</sup>	2	1,805	1,351	,261
	79_8_Mit anderen zusammenzuarbeiten, ist...	4,781 <sup>c</sup>	2	2,391	1,142	,321
	82_8_Mit Laptop kann ich selbst bestimmen, was ich machen will	7,469 <sup>d</sup>	2	3,735	1,240	,292
	84_8_Seit wir Laptops haben ist der Unterricht...	14,689 <sup>e</sup>	2	7,344	4,883	,009
	Intercept	77_8_Groupenarbeit machen wir...	2059,15	1	2059,155	1011
	78_8_Seit wir die Laptops haben, ist der Unterricht	1379,00	1	1378,999	1032	,000
	79_8_Mit anderen zusammenzuarbeiten, ist...	1637,28	1	1637,275	782,2	,000
	82_8_Mit Laptop kann ich selbst bestimmen, was ich machen will	3005,10	1	3005,098	997,5	,000
	84_8_Seit wir Laptops haben ist der Unterricht...	2012,00	1	2012,005	1338	,000
KOHORTE	77_8_Groupenarbeit machen wir...	222,241	2	111,120	54,579	,000
	78_8_Seit wir die Laptops haben, ist der Unterricht	3,610	2	1,805	1,351	,261
	79_8_Mit anderen zusammenzuarbeiten, ist...	4,781	2	2,391	1,142	,321
	82_8_Mit Laptop kann ich selbst bestimmen, was ich machen will	7,469	2	3,735	1,240	,292
	84_8_Seit wir Laptops haben ist der Unterricht...	14,689	2	7,344	4,883	,009
	Fehler	77_8_Groupenarbeit machen wir...	394,978	*	2,036	
78_8_Seit wir die Laptops haben, ist der Unterricht		259,243	*	1,336		
79_8_Mit anderen zusammenzuarbeiten, ist...		406,092	*	2,093		
82_8_Mit Laptop kann ich selbst bestimmen, was ich machen will		584,450	*	3,013		
84_8_Seit wir Laptops haben ist der Unterricht...		291,778	*	1,504		
Gesamt		77_8_Groupenarbeit machen wir...	3048,00	*		
	78_8_Seit wir die Laptops haben, ist der Unterricht	1678,00	*			
	79_8_Mit anderen zusammenzuarbeiten, ist...	2154,00	*			
	82_8_Mit Laptop kann ich selbst bestimmen, was ich machen will	3776,00	*			
	84_8_Seit wir Laptops haben ist der Unterricht...	2334,00	*			
	Korrigierte Gesamtvari- ation	77_8_Groupenarbeit machen wir...	617,218	*		
78_8_Seit wir die Laptops haben, ist der Unterricht		262,853	*			
79_8_Mit anderen zusammenzuarbeiten, ist...		410,873	*			
82_8_Mit Laptop kann ich selbst bestimmen, was ich machen will		591,919	*			
84_8_Seit wir Laptops haben ist der Unterricht...		306,467	*			

a. R-Quadrat = ,360 (korrigiertes R-Quadrat = ,353)

b. R-Quadrat = ,014 (korrigiertes R-Quadrat = ,004)

c. R-Quadrat = ,012 (korrigiertes R-Quadrat = ,001)

d. R-Quadrat = ,013 (korrigiertes R-Quadrat = ,002)

e. R-Quadrat = ,048 (korrigiertes R-Quadrat = ,038)

## Mehrfachvergleiche

Bonferroni

Abhängige Variable	(I) 0_Kohorte nach Messzeitpunkt	(J) 0_Kohorte nach Messzeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig.	95% Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
77_8_Gruppenarbeit machen wir...	erste Kohorte	zweite Kohorte	-1,99*	,26	,000	-2,63	-1,35
		dritte Kohorte	-2,73*	,26	,000	-3,37	-2,09
	zweite Kohorte	erste Kohorte	1,99*	,26	,000	1,35	2,63
		dritte Kohorte	-,74*	,23	,005	-1,30	-,17
	dritte Kohorte	erste Kohorte	2,73*	,26	,000	2,09	3,37
		zweite Kohorte	-,74*	,23	,005	-,17	1,30
78_8_Seit wir die Laptops haben, ist der Unterricht anschaulicher	erste Kohorte	zweite Kohorte	,17	,21	1,000	-,35	,68
		dritte Kohorte	,35	,21	,318	-,17	,87
	zweite Kohorte	erste Kohorte	-,17	,21	1,000	-,68	,35
		dritte Kohorte	,18	,19	1,000	-,28	,64
	dritte Kohorte	erste Kohorte	-,35	,21	,318	-,87	,17
		zweite Kohorte	-,18	,19	1,000	-,64	,28
79_8_Mit anderen zusammenzuarbeiten, ist mit Laptops einfacher	erste Kohorte	zweite Kohorte	-,40	,27	,397	-1,05	,24
		dritte Kohorte	-,24	,27	1,000	-,89	,40
	zweite Kohorte	erste Kohorte	,40	,27	,397	-,24	1,05
		dritte Kohorte	,16	,24	1,000	-,41	,73
	dritte Kohorte	erste Kohorte	,24	,27	1,000	-,40	,89
		zweite Kohorte	-,16	,24	1,000	-,73	,41
82_8_Mit Laptop kann ich selbst bestimmen, was ich machen will	erste Kohorte	zweite Kohorte	-,48	,32	,403	-1,26	,29
		dritte Kohorte	-,18	,32	1,000	-,95	,60
	zweite Kohorte	erste Kohorte	,48	,32	,403	-,29	1,26
		dritte Kohorte	,31	,28	,843	-,38	,99
	dritte Kohorte	erste Kohorte	,18	,32	1,000	-,60	,95
		zweite Kohorte	-,31	,28	,843	-,99	,38
84_8_Seit wir Laptops haben ist der Unterricht einfacher	erste Kohorte	zweite Kohorte	,61*	,23	,024	6,01E-02	1,15
		dritte Kohorte	,66*	,23	,012	,11	1,21
	zweite Kohorte	erste Kohorte	-,61*	,23	,024	-1,15	-6,01E-02
		dritte Kohorte	5,30E-02	,20	1,000	-,43	,54
	dritte Kohorte	erste Kohorte	-,66*	,23	,012	-1,21	-,11
		zweite Kohorte	-5,30E-02	,20	1,000	-,54	,43

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

\*. Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

## Kruskal-Wallis-Test für die Variable „Gruppenarbeit“

Ränge			
	0_Kohorte nach	N	Mittlerer Rang
77_8_Gruppenarbeit machen wir...	erste Kohorte	50	43,03
	zweite Kohorte	80	112,64
	dritte Kohorte	83	140,10
	Gesamt	213	

Statistik für Test <sup>a,b</sup>	
	77_8_Gruppenarbeit machen wir...
Chi-Quadrat	80,735
df	2
Asymptotische Signifikanz	,000

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: 0\_Kohorte nach Messzeitpunkt

## Anhang 5: Interviewleitfäden

### Leitfaden Lehrer (jährliche Befragung)

- Name, Klasse, Fach, Dauer der Laptopnutzung
- bitte langsam und deutlich sprechen (Aufnahme)

#### Unterricht

1. Was haben Sie bisher mit den Laptops gemacht? → im Vergleich zum Projektanfang
2. Welche Sozialformen setzen Sie im Unterricht ein? → im Vergleich zum Projektanfang wozu? Gruppen-, Einzel-, Paar-, Frontalunterricht
3. Wie groß ist jeweils der Anteil der eingesetzten Sozialformen bei der Laptoparbeit? → im Vergleich zum Projektanfang
4. Gibt es im Vergleich zum Projektbeginn nach wie vor technische Störungen?
5. Welche Störungen sind das?
6. Wie gehen Sie mit den Störungen um?
7. Kommt es durch die Laptops zu Disziplinproblemen/Ablenkung?
8. Wie gehen Sie mit Disziplinproblemen innerhalb der Klasse um?
9. (Welche Erfahrungen haben Sie mit den im voraus festgelegten Regeln gemacht?)

#### Unterricht/Didaktik

1. Welche Lehrstrategien setzen Sie im Laptopprojekt ein → im Vergleich zum Projektanfang Veränderung? (Beispiel → fachliche Inhalte)
2. (Welche Aufgaben stellen Sie im Vergleich zum Laptopfreien Unterricht? Was ist anders?)
3. (Wie lenken Sie den Unterricht im Vergleich zum herkömmlichen Unterricht?)
4. (Wie planen Sie den Unterricht?)
5. Haben die Schüler bei der Unterrichtsgestaltung Mitspracherecht?
6. Wie organisieren Sie den Unterricht? (In Anfangsphase schwierig **Wechsel** zwischen Laptop und anderen Unterrichtsformen → jetzt neue Strategien?)
7. Verändern sich Art und Umfang der Hausaufgaben?
8. (Gibt es Schüler, die besondere Laptopkenntnisse haben? Wie machen sie sich die zu nutze?)?



9. (Welche Vorteile sehen Sie bei der Laptopnutzung im Vergleich zum Computerraum?)
10. (Welche Nachteile sehen Sie bei der Laptopnutzung im Vergleich zum Computerraum?)

### **Curriculare Veränderungen**

Man geht doch heute davon aus, dass mit dem Laptop auch neue Lehrinhalte vermittelt oder angeboten werden können...

1. Inwieweit führen Sie neue Inhalte ein? → im Vergleich zum Projektanfang
2. Welche Inhalte sind das?
3. Haben sich Ihrer Einschätzung nach die fachlichen Leistungen durch den Laptop verändert?
4. Gehen Ihrer Meinung nach auch bestimmte Fertigkeiten der Schüler durch den Laptop verloren?

### **Lernverhalten der Schüler**

1. Wie hat sich das Lernverhalten der Schüler durch den Laptopeinsatz verändert?
2. Wie hat sich der Laptop auf die Mitarbeit/ das Konzentrationsvermögen /und die Selbständigkeit der Schüler ausgewirkt? → im Vergleich zum Projektanfang
3. Wie bewerten Sie die Motivation der Schüler? → im Vergleich zum Projektanfang
4. Unterscheiden sich Jungen und Mädchen im Lernverhalten? → im Vergleich zum Projektanfang
5. Unterscheiden sich leistungsstarke von leistungsschwachen Schülern im Lernverhalten? → im Vergleich zum Projektanfang

### **Schlüsselqualifikationen**

1. Inwieweit erwerben die Schüler Computerkompetenz durch den Laptop? (abgesehen von reiner Softwarehandhabung → kritischer Umgang, Einsatz PC?)
2. Inwieweit werden die Schüler Teamfähig durch den Laptop? → im Vergleich zum Projektanfang → Veränderung?
3. Gibt es noch andere fachübergreifende Kompetenzen, die die Schüler durch den Laptop erwerben?
4. Welche Art der Unterstützung wünschen Sie sich?

## Leitfaden Schüler (jährliche Befragung)

→ Bitte langsam und deutlich sprechen (Aufnahme)

→ Klasse

### Erfahrung

1. Was habt Ihr bisher mit den Laptops gemacht? > im Vergleich zum Anfang
2. Was gefällt Euch besonders gut an den Laptops? > „-„
3. Warum gefällt Euch das? > „-„
4. Was gefällt Euch nicht an den Laptops? > „-„
5. Warum gefällt Euch das nicht? > „-„
6. Gibt es technische Probleme mit dem Laptop? → Im Vergleich zum Anfang
7. Wie löst Ihr diese Probleme?
8. Wozu nutzt Ihr den Laptop in der Schule am liebsten?
9. Warum?
10. (Wenn ihr die Wahl hättet zwischen dem Laptop und dem Computerraum zu wählen, welchen der beiden Alternativen würdet ihr bevorzugen und warum?)
11. Wie ist Euer Verhältnis zum Lehrer im Laptopunterricht? Hat es sich im Vergleich zum Unterricht ohne Laptops verändert?
12. Welche Erfahrungen habt Ihr mit den Regeln gemacht?

### Auswirkungen auf den Unterricht

1. Wie gefällt Euch der Unterricht mit den Laptops? → Im Vergleich zum Anfang
2. Was gefällt/missfällt Euch daran? „-„
3. Was ist im Unterricht mit Laptops anders als ohne Laptop? „-„
4. Wie oft arbeitet Ihr in Gruppen im Unterricht zusammen? → im Vergleich zum Anfang → im Vergleich Laptop/nicht Laptop?
5. Wie läuft die Gruppenarbeit ab?
6. (Wie oft arbeitet Ihr für Euch alleine am Laptop? )
7. Könnt Ihr euer Tempo besser selbst bestimmen mit dem Laptop?

8. Gibt es Aufgaben, wo Ihr Euch selbst Informationen beschaffen müsst (z.B. Encarta, WWW, Bücher)?
9. Wie macht Ihr das dann?
10. Wie arbeitet Ihr am liebsten?
11. Ist der Unterricht für Euch leichter oder schwieriger geworden mit den Laptops? Warum?
12. Könnt Ihr bei den Inhalten mehr mitbestimmen, wenn Ihr die Laptops einsetzt?
13. (Wie könnte der Unterricht mit dem Laptop verbessert werden?)

### **Lernen**

1. Nutzt Ihr den Laptop auch zu Hause/Freizeit?
2. *Wenn ja:* Wozu nutzt Ihr ihn dann?
3. Benutzt Ihr zu Hause/Freizeit auch noch andere Computer?
4. *Wenn ja:* Wozu nutzt Ihr die?
5. Lernt Ihr mit den Laptops auch zu Hause?
6. Was macht Ihr dann mit dem Laptop, wenn ihr etwas lernen wollt? → nutzt Ihr Lernprogramme, selbstangelegte Archive (Englisch)?
7. Für welche Fächer/Themen lernt Ihr mit dem Laptop? (Klassenarbeit, Vokablen, Lernprogramme)
8. (Was könnt Ihr gut mit dem Laptop lernen?)
9. Was lernt Ihr besser ohne Laptop?
10. Gibt es noch irgend etwas, was Ihr uns gerne noch mitteilen möchtet?



## Unterrichtsbeobachtung (hochinferent)

Bitte beurteilen Sie den Unterricht, den Sie eben gesehen haben, im Gesamteindruck.

### I. Unterrichtsablauf/Störungen

				Kein Urteil	Kommentar/mögl. Indikatoren
Die Schüler sind ...	aufmerksam	1—2—3—4—5—6	unaufmerksam	<input type="checkbox"/>	S. folgen dem Unterricht wach und konzentriert, beteiligen sich intensiv und mit sachbezogenen Beiträgen, vs. S. wirken abgelenkt, träumen vor sich hin, schwache Beteiligung
Logistische/organisatorische/technische Störungen behindern den Unterrichtsablauf ...	nie	1—2—3—4—5—6	häufig	<input type="checkbox"/>	Computerprobleme, Bücher oder anderes Arbeitsmaterial nicht vorhanden, Unklarheiten bei Arbeitsanweisungen ...
Der Wechsel zwischen verschiedenen Unterrichtsphasen erfolgt ...	mit starker Verzögerung	1—2—3—4—5—6	reibungslos	<input type="checkbox"/>	Phasenwechsel (z. B. gelUG zu PA) verursacht starke Unruhe, Lehrer muss S. mehrfach zur Ordnung rufen
Es gibt Disziplinprobleme ...	nie	1—2—3—4—5—6	häufig	<input type="checkbox"/>	

### II. Didaktische Gestaltung/Aufgabenstellung

Der Unterricht ist ...	interessant	1—2—3—4—5—6	langweilig	<input type="checkbox"/>	Der Unterricht ist lebendig, weckt das Interesse der S. vs. trocken, einschläfernd
Der Unterricht ist ...	anschaulich	1—2—3—4—5—6	abstrakt	<input type="checkbox"/>	L. verwendet zur Illustration eines Sachverhalts treffende Beispiele, Analogien, Metaphern, Bildmaterial, graph. Darstellungen, Tonmaterial
Die Schüler erhalten differenzierte Aufgaben ...	nie	1—2—3—4—5—6	häufig	<input type="checkbox"/>	S. arbeiten mit unterschiedlichem Material, unterschiedl. Arbeitstempo möglich, Differenzierung nach Leistungsfähigkeit oder Interesse
Die Aufgabenstellungen sind ...	offen	1—2—3—4—5—6	eng vorstrukturiert	<input type="checkbox"/>	Aufgabe lässt Freiräume bei der Beantwortung, es werden viele unterschiedliche Lösungen gefunden vs. wenig Freiräume, nur ein möglicher Lösungsweg
Die Aufgabenstellungen sind ...	komplex	1—2—3—4—5—6	einfach	<input type="checkbox"/>	zur Lösung müssen verschiedene Informationen o. Perspektiven integriert werden, die Lösung erfordert die Kombination zahlreicher Einzelschritte
Die Schüler lernen ...	forschend-kreativ	1—2—3—4—5—6	nachvollziehend-reproduzierend	<input type="checkbox"/>	Neues erproben, neue Kombinationen erfinden, selbst etwas schaffen oder erfinden
Lern- und Übungsphasen sind ...	intensiv	1—2—3—4—5—6	wenig intensiv	<input type="checkbox"/>	lebendige Auseinandersetzung mit dem Thema, Lernziel scheint erreicht
Die Schüler lernen ...	aktiv	1—2—3—4—5—6	passiv	<input type="checkbox"/>	S. stellen zwischen Lerninhalten Beziehungen und Vergleiche her, erarbeiten Teilprobleme, sind selbsttätig am Unterricht beteiligt vs. Lernen in erster Linie durch zuhören, Aufnahme der vom L. oder anderen S. dargebotenen Information
Phasen der kritischen Reflexion kommen im Unterricht vor...	nie	1—2—3—4—5—6	häufig	<input type="checkbox"/>	S. nehmen kritisch zum Unterrichtsgegenstand oder zur Arbeit anderer Stellung (Gelungenes hervorheben, in Frage stellen, Standpunkte verteidigen, dem L. und Mitschülern treffende Fragen stellen)
Der Einsatz des Computers ist ...	sinnvoll und gezielt	1—2—3—4—5—6	nicht sinnvoll und gezielt	<input type="checkbox"/>	Medien als originelle und inhaltlich gute Lernhilfe, lernzielgemäßer Einsatz vs. Medieneinsatz verwirrend, ablenkend oder beziehungslos zum übrigen Stundenverlauf
Der Einsatz anderer Medien ist ...	sinnvoll und gezielt	1—2—3—4—5—6	nicht sinnvoll und gezielt	<input type="checkbox"/>	

### III. Lehrer-/Schülerzentrierung

Die Schüler kommunizieren (unterrichtsbezogen) miteinander ...	nie	1—2—3—4—5—6	häufig	<input type="checkbox"/>	S. wenden sich spontan zu Nachbarn oder umstehenden Schülern, um Fragen/Probleme zu klären vs. S. arbeiten individuell oder S. kommunizieren nur mit dem Lehrer
Die Schüler lernen selbständig ...	nie	1—2—3—4—5—6	häufig	<input type="checkbox"/>	S. arbeiten ohne direkte Hilfe/Vorgabe des Lehrers, organisieren sich selbst bei Gruppen- und Einzelaufträgen, übernehmen Verantwortung für ihren Lernprozess vs. S. lösen vom Lehrer vorgegebene Aufgaben, jeder Schritt ist vom Lehrer geführt, S. gehen nicht von sich aus über die Vorgaben des Lehrers hinaus
Die Schüler erarbeiten sich eigenständig Lerninhalte ...	nie	1—2—3—4—5—6	häufig	<input type="checkbox"/>	S. lösen eigenständig Probleme, ohne dass der Lernweg vom Lehrer vorgegeben wird, recherchieren eigenständig Information zu einem vorgegebenen Thema, entwickeln Inhalte und Fragestellungen eigenständig weiter ...
Im Unterricht können die Schüler eigene Themen und Fragestellungen einbringen ...	nie	1—2—3—4—5—6	häufig	<input type="checkbox"/>	L. ermutigt Schüler, eigene Interessen einzubringen, ist offen für Material und Themen, Probleme von Schülerseite, diese werden direkt in den Unterricht integriert
Die Schüler lernen gemeinsam ...	nie	1—2—3—4—5—6	häufig	<input type="checkbox"/>	S. unterstützen einander verbal und durch Austausch von Material, erarbeiten Probleme gemeinsam (sowohl spontan wie auch auf Anweisung des Lehrers)
Die Schüler erhalten individuelle Betreuung/Hilfestellungen vom Lehrer ...	nie	1—2—3—4—5—6	häufig	<input type="checkbox"/>	Lehrer geht herum und hilft/berät einzelne Schüler/Schülergruppen
Der Unterricht ist ...	schülerzentriert	1—2—3—4—5—6	lehrerzentriert	<input type="checkbox"/>	

### IV. Motivation

Die Motivation der Schüler ist	hoch	1—2—3—4—5—6	niedrig	<input type="checkbox"/>	den S. hat der Unterricht Spaß gemacht, sie sind zu weiterer Auseinandersetzung mit dem Thema bereit vs. S. verlassen den Unterricht ohne Motivation zu weiterer Arbeit
--------------------------------	------	-------------	---------	--------------------------	---

### V. Computernutzung (nur Laptop-Stunden)

Der Computer wird genutzt zum ...

	nie	1—2—3—4—5—6	immer	Kein Urteil
Schreiben	nie	1—2—3—4—5—6	immer	<input type="checkbox"/>
Rechnen	nie	1—2—3—4—5—6	immer	<input type="checkbox"/>
Veranschaulichen von Information/Zusammenhängen als Recherchewerkzeug	nie	1—2—3—4—5—6	immer	<input type="checkbox"/>
Ordnen/Strukturieren von Information	nie	1—2—3—4—5—6	immer	<input type="checkbox"/>
Präsentieren von Information	nie	1—2—3—4—5—6	immer	<input type="checkbox"/>
Üben mit Lernprogrammen	nie	1—2—3—4—5—6	immer	<input type="checkbox"/>
kreativen Gestalten (Malen, Formattieren)	nie	1—2—3—4—5—6	immer	<input type="checkbox"/>
Kommunikation/Austausch mit Mitschülern	nie	1—2—3—4—5—6	immer	<input type="checkbox"/>
Einführung von Programmen und Programmfunktionen	nie	1—2—3—4—5—6	immer	<input type="checkbox"/>

## Anhang 7: Statistische Berechnungen zu Teilstudie 3

### 7.1 Reliabilität (Kap. 9.1.2)

\*\*\*\*\* Method 1 (space saver) will be used for this analysis \*\*\*\*\*

R E L I A B I L I T Y   A N A L Y S I S   -   S C A L E   ( A L P H A )

#### Intraclass Correlation Coefficient (Tafel)

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,9537\*

95,00% C.I.: Lower = ,8870 Upper = ,9814

F = 42,2040 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0000 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,9763\*\*

95,00% C.I.: Lower = ,9401 Upper = ,9906

F = 42,2040 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0000 (Test Value = ,0000 )

\*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent, otherwise ICC is not estimable.

Reliability Coefficients

N of Cases = 20,0 N of Items = 2

Alpha = ,9763

#### Intraclass Correlation Coefficient (Lehrbuch)

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,8739\*

95,00% C.I.: Lower = ,7095 Upper = ,9481

F = 14,8667 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0000 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,9327\*\*

95,00% C.I.: Lower = ,8301 Upper = ,9734

F = 14,8667 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0000 (Test Value = ,0000 )

\*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent, otherwise ICC is not estimable.

Reliability Coefficients

N of Cases = 20,0 N of Items = 2

Alpha = ,9327

#### Intraclass Correlation Coefficient (Arbeitsblätter)

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,2966\*

95,00% C.I.: Lower = -,1564 Upper = ,6464

F = 1,8431 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0959 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,4574\*\*

95,00% C.I.: Lower = -,3707 Upper = ,7853

F = 1,8431 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0959 (Test Value = ,0000 )

\*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent, otherwise ICC is not estimable.

Reliability Coefficients

N of Cases = 20,0 N of Items = 2

Alpha = ,4574

**Intraclass Correlation Coefficient (Arbeitsheft)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):  
 People Effect Random, Measure Effect Fixed  
 Single Measure Intraclass Correlation = ,6646\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,3254 Upper = ,8523  
 F = 4,9637 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0005 (Test Value = ,0000 )  
 Average Measure Intraclass Correlation = ,7985\*\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,4910 Upper = ,9203  
 F = 4,9637 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0005 (Test Value = ,0000 )  
 \*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
 is present or not.  
 \*\*: This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
 otherwise ICC is not estimable.

## Reliability Coefficients

N of Cases = 20,0 N of Items = 2

Alpha = ,7985

**Intraclass Correlation Coefficient (Overhead-Projektor)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):  
 People Effect Random, Measure Effect Fixed  
 Single Measure Intraclass Correlation = ,9575\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,8959 Upper = ,9829  
 F = 46,0333 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0000 (Test Value = ,0000 )  
 Average Measure Intraclass Correlation = ,9783\*\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,9451 Upper = ,9914  
 F = 46,0333 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0000 (Test Value = ,0000 )  
 \*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
 is present or not.  
 \*\*: This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
 otherwise ICC is not estimable.

## Reliability Coefficients

N of Cases = 20,0 N of Items = 2

Alpha = ,9783

**Intraclass Correlation Coefficient (Computer/Laptop)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):  
 People Effect Random, Measure Effect Fixed  
 Single Measure Intraclass Correlation = ,9676\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,9201 Upper = ,9870  
 F = 60,7000 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0000 (Test Value = ,0000 )  
 Average Measure Intraclass Correlation = ,9835\*\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,9584 Upper = ,9935  
 F = 60,7000 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0000 (Test Value = ,0000 )  
 \*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
 is present or not.  
 \*\*: This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
 otherwise ICC is not estimable.

## Reliability Coefficients

N of Cases = 20,0 N of Items = 2

Alpha = ,9835

**Intraclass Correlation Coefficient (Unterrichtsgespräch)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):  
 People Effect Random, Measure Effect Fixed  
 Single Measure Intraclass Correlation = ,5876\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,2075 Upper = ,8135  
 F = 3,8497 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0025 (Test Value = ,0000 )  
 Average Measure Intraclass Correlation = ,7402\*\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,3437 Upper = ,8972  
 F = 3,8497 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0025 (Test Value = ,0000 )  
 \*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
 is present or not.



\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
otherwise ICC is not estimable.

#### Reliability Coefficients

N of Cases = 20,0 N of Items = 2

Alpha = ,7402

#### Intraclass Correlation Coefficient (Gruppenarbeit)

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,9766\*

95,00% C.I.: Lower = ,9420 Upper = ,9907

F = 84,5500 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0000 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,9882\*\*

95,00% C.I.: Lower = ,9701 Upper = ,9953

F = 84,5500 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0000 (Test Value = ,0000 )

\* : Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
otherwise ICC is not estimable.

#### Reliability Coefficients

N of Cases = 20,0 N of Items = 2

Alpha = ,9882

#### Intraclass Correlation Coefficient (Partnerarbeit)

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,7268\*

95,00% C.I.: Lower = ,4288 Upper = ,8821

F = 6,3195 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0001 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,8418\*\*

95,00% C.I.: Lower = ,6002 Upper = ,9374

F = 6,3195 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0001 (Test Value = ,0000 )

\* : Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
otherwise ICC is not estimable.

#### Reliability Coefficients

N of Cases = 20,0 N of Items = 2

Alpha = ,8418

#### Intraclass Correlation Coefficient (Einzelarbeit)

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,6137\*

95,00% C.I.: Lower = ,2462 Upper = ,8269

F = 4,1768 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0015 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,7606\*\*

95,00% C.I.: Lower = ,3951 Upper = ,9052

F = 4,1768 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0015 (Test Value = ,0000 )

\* : Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
otherwise ICC is not estimable.

#### Reliability Coefficients

N of Cases = 20,0 N of Items = 2

Alpha = ,7606

**Intraclass Correlation Coefficient (Aufmerksamkeit)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):  
 People Effect Random, Measure Effect Fixed  
 Single Measure Intraclass Correlation = ,2330\*  
 95,00% C.I.: Lower = -,1206 Upper = ,5342  
 F = 1,6076 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0959 (Test Value = ,0000 )  
 Average Measure Intraclass Correlation = ,3780\*\*  
 95,00% C.I.: Lower = -,2743 Upper = ,6964  
 F = 1,6076 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0959 (Test Value = ,0000 )  
 \*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
 is present or not.  
 \*\*: This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
 otherwise ICC is not estimable.

## Reliability Coefficients

N of Cases = 32,0 N of Items = 2  
 Alpha = ,3780

**Intraclass Correlation Coefficient (Störungen)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):  
 People Effect Random, Measure Effect Fixed  
 Single Measure Intraclass Correlation = ,4717\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,1525 Upper = ,7018  
 F = 2,7857 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0028 (Test Value = ,0000 )  
 Average Measure Intraclass Correlation = ,6410\*\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,2646 Upper = ,8248  
 F = 2,7857 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0028 (Test Value = ,0000 )  
 \*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
 is present or not.  
 \*\*: This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
 otherwise ICC is not estimable.

## Reliability Coefficients

N of Cases = 32,0 N of Items = 2  
 Alpha = ,6410

**Intraclass Correlation Coefficient (Phasenwechsel)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):  
 People Effect Random, Measure Effect Fixed  
 Single Measure Intraclass Correlation = ,2002\*  
 95,00% C.I.: Lower = -,1604 Upper = ,5136  
 F = 1,5005 DF = ( 30, 30,0) Sig. = ,1360 (Test Value = ,0000 )  
 Average Measure Intraclass Correlation = ,3336\*\*  
 95,00% C.I.: Lower = -,3822 Upper = ,6787  
 F = 1,5005 DF = ( 30, 30,0) Sig. = ,1360 (Test Value = ,0000 )  
 \*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
 is present or not.  
 \*\*: This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
 otherwise ICC is not estimable.

## Reliability Coefficients

N of Cases = 31,0 N of Items = 2  
 Alpha = ,3336

**Intraclass Correlation Coefficient (Disziplinprobleme)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):  
 People Effect Random, Measure Effect Fixed  
 Single Measure Intraclass Correlation = ,5919\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,2799 Upper = ,7908  
 F = 3,9004 DF = ( 26, 26,0) Sig. = ,0005 (Test Value = ,0000 )  
 Average Measure Intraclass Correlation = ,7436\*\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,4374 Upper = ,8832  
 F = 3,9004 DF = ( 26, 26,0) Sig. = ,0005 (Test Value = ,0000 )  
 \*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
 is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
otherwise ICC is not estimable.

## Reliability Coefficients

N of Cases = 27,0 N of Items = 2

Alpha = ,7436

**Intraclass Correlation Coefficient (Interessantheit)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,6866\*

95,00% C.I.: Lower = ,4329 Upper = ,8395

F = 5,3815 DF = ( 28, 28,0) Sig. = ,0000 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,8142\*\*

95,00% C.I.: Lower = ,6042 Upper = ,9128

F = 5,3815 DF = ( 28, 28,0) Sig. = ,0000 (Test Value = ,0000 )

\* : Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
otherwise ICC is not estimable.

## Reliability Coefficients

N of Cases = 29,0 N of Items = 2

Alpha = ,8142

**Intraclass Correlation Coefficient (Anschaulichkeit)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,4435\*

95,00% C.I.: Lower = ,1050 Upper = ,6899

F = 2,5938 DF = ( 29, 29,0) Sig. = ,0062 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,6145\*\*

95,00% C.I.: Lower = ,1900 Upper = ,8165

F = 2,5938 DF = ( 29, 29,0) Sig. = ,0062 (Test Value = ,0000 )

\* : Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
otherwise ICC is not estimable.

## Reliability Coefficients

N of Cases = 30,0 N of Items = 2

Alpha = ,6145

**Intraclass Correlation Coefficient (Differenzierung)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,2721\*

95,00% C.I.: Lower = -,0986 Upper = ,5765

F = 1,7476 DF = ( 28, 28,0) Sig. = ,0729 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,4278\*\*

95,00% C.I.: Lower = -,2188 Upper = ,7313

F = 1,7476 DF = ( 28, 28,0) Sig. = ,0729 (Test Value = ,0000 )

\* : Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
otherwise ICC is not estimable.

## Reliability Coefficients

N of Cases = 29,0 N of Items = 2

Alpha = ,4278

**Intraclass Correlation Coefficient (Offenheit)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):  
 People Effect Random, Measure Effect Fixed  
 Single Measure Intraclass Correlation = ,4779\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,1603 Upper = ,7058  
 F = 2,8307 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0025 (Test Value = ,0000 )  
 Average Measure Intraclass Correlation = ,6467\*\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,2763 Upper = ,8276  
 F = 2,8307 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0025 (Test Value = ,0000 )  
 \*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
 is present or not.  
 \*\*: This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
 otherwise ICC is not estimable.

## Reliability Coefficients

N of Cases = 32,0 N of Items = 2

Alpha = ,6467

**Intraclass Correlation Coefficient (Komplexität)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):  
 People Effect Random, Measure Effect Fixed  
 Single Measure Intraclass Correlation = ,3878\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,0506 Upper = ,6456  
 F = 2,2669 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0129 (Test Value = ,0000 )  
 Average Measure Intraclass Correlation = ,5589\*\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,0963 Upper = ,7847  
 F = 2,2669 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0129 (Test Value = ,0000 )  
 \*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
 is present or not.  
 \*\*: This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
 otherwise ICC is not estimable.

## Reliability Coefficients

N of Cases = 32,0 N of Items = 2

Alpha = ,5589

**Intraclass Correlation Coefficient (Forschend-kreatives Lernen)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):  
 People Effect Random, Measure Effect Fixed  
 Single Measure Intraclass Correlation = ,5554\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,2614 Upper = ,7551  
 F = 3,4985 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0004 (Test Value = ,0000 )  
 Average Measure Intraclass Correlation = ,7142\*\*  
 95,00% C.I.: Lower = ,4144 Upper = ,8605  
 F = 3,4985 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0004 (Test Value = ,0000 )  
 \*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
 is present or not.  
 \*\*: This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
 otherwise ICC is not estimable.

## Reliability Coefficients

N of Cases = 32,0 N of Items = 2

Alpha = ,7142

**Intraclass Correlation Coefficient (Intensität)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):  
 People Effect Random, Measure Effect Fixed  
 Single Measure Intraclass Correlation = ,3433\*  
 95,00% C.I.: Lower = -,0202 Upper = ,6266  
 F = 2,0455 DF = ( 28, 28,0) Sig. = ,0316 (Test Value = ,0000 )  
 Average Measure Intraclass Correlation = ,5111\*\*  
 95,00% C.I.: Lower = -,0413 Upper = ,7705  
 F = 2,0455 DF = ( 28, 28,0) Sig. = ,0316 (Test Value = ,0000 )  
 \*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
 is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
otherwise ICC is not estimable.

## Reliability Coefficients

N of Cases = 29,0 N of Items = 2

Alpha = ,5111

**Intraclass Correlation Coefficient (Aktivität)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,3341\*

95,00% C.I.: Lower = -,0111 Upper = ,6082

F = 2,0036 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0287 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,5009\*\*

95,00% C.I.: Lower = -,0225 Upper = ,7564

F = 2,0036 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0287 (Test Value = ,0000 )

\* : Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
otherwise ICC is not estimable.

## Reliability Coefficients

N of Cases = 32,0 N of Items = 2

Alpha = ,5009

**Intraclass Correlation Coefficient (kritisch-reflektierendes Lernen)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,6309\*

95,00% C.I.: Lower = ,3664 Upper = ,8010

F = 4,4180 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0000 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,7737\*\*

95,00% C.I.: Lower = ,5363 Upper = ,8895

F = 4,4180 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0000 (Test Value = ,0000 )

\* : Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
otherwise ICC is not estimable.

## Reliability Coefficients

N of Cases = 32,0 N of Items = 2

Alpha = ,7737

**Intraclass Correlation Coefficient (sinnvoller Computereinsatz)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,7699\*

95,00% C.I.: Lower = ,4417 Upper = ,9163

F = 7,6909 DF = ( 14, 14,0) Sig. = ,0002 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,8700\*\*

95,00% C.I.: Lower = ,6127 Upper = ,9563

F = 7,6909 DF = ( 14, 14,0) Sig. = ,0002 (Test Value = ,0000 )

\* : Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
otherwise ICC is not estimable.

## Reliability Coefficients

N of Cases = 15,0 N of Items = 2

Alpha = ,8700

**Intraclass Correlation Coefficient (sinnvoller Einsatz anderer**

Medien)

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,4313\*

95,00% C.I.: Lower = -,0020 Upper = ,7282

F = 2,5166 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0255 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,6026\*\*

95,00% C.I.: Lower = -,0039 Upper = ,8427

F = 2,5166 DF = ( 19, 19,0) Sig. = ,0255 (Test Value = ,0000 )

\*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect is present or not.

\*\*: This estimate is computed if the interaction effect is absent, otherwise ICC is not estimable.

Reliability Coefficients

N of Cases = 20,0

N of Items = 2

Alpha = ,6026

**Intraclass Correlation Coefficient (Schülerkommunikation)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,5252\*

95,00% C.I.: Lower = ,2212 Upper = ,7362

F = 3,2121 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0008 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,6887\*\*

95,00% C.I.: Lower = ,3622 Upper = ,8480

F = 3,2121 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0008 (Test Value = ,0000 )

\*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect is present or not.

\*\*: This estimate is computed if the interaction effect is absent, otherwise ICC is not estimable.

Reliability Coefficients

N of Cases = 32,0

N of Items = 2

Alpha = ,6887

**Intraclass Correlation Coefficient (selbständiges Lernen)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,4452\*

95,00% C.I.: Lower = ,1196 Upper = ,6844

F = 2,6050 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0047 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,6161\*\*

95,00% C.I.: Lower = ,2136 Upper = ,8126

F = 2,6050 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0047 (Test Value = ,0000 )

\*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect is present or not.

\*\*: This estimate is computed if the interaction effect is absent, otherwise ICC is not estimable.

Reliability Coefficients

N of Cases = 32,0

N of Items = 2

Alpha = ,6161

**Intraclass Correlation Coefficient (eigenständiges Erarbeiten)**

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,5219\*

95,00% C.I.: Lower = ,2168 Upper = ,7341

F = 3,1830 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0009 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,6858\*\*

95,00% C.I.: Lower = ,3564 Upper = ,8466

F = 3,1830 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0009 (Test Value = ,0000 )

\*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect

is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
otherwise ICC is not estimable.

#### Reliability Coefficients

N of Cases = 32,0 N of Items = 2

Alpha = ,6858

#### Intraclass Correlation Coefficient (eigene Fragestellungen)

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,1979\*

95,00% C.I.: Lower = -,1627 Upper = ,5119

F = 1,4934 DF = ( 30, 30,0) Sig. = ,1388 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,3304\*\*

95,00% C.I.: Lower = -,3887 Upper = ,6771

F = 1,4934 DF = ( 30, 30,0) Sig. = ,1388 (Test Value = ,0000 )

\* : Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
otherwise ICC is not estimable.

#### Reliability Coefficients

N of Cases = 31,0 N of Items = 2

Alpha = ,3304

#### Intraclass Correlation Coefficient (gemeinsames Lernen)

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,3841\*

95,00% C.I.: Lower = ,0401 Upper = ,6467

F = 2,2471 DF = ( 30, 30,0) Sig. = ,0150 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,5550\*\*

95,00% C.I.: Lower = ,0771 Upper = ,7854

F = 2,2471 DF = ( 30, 30,0) Sig. = ,0150 (Test Value = ,0000 )

\* : Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
otherwise ICC is not estimable.

#### Reliability Coefficients

N of Cases = 31,0 N of Items = 2

Alpha = ,5550

#### Intraclass Correlation Coefficient (individuelle Betreuung)

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,6187\*

95,00% C.I.: Lower = ,3436 Upper = ,7960

F = 4,2456 DF = ( 30, 30,0) Sig. = ,0001 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,7645\*\*

95,00% C.I.: Lower = ,5115 Upper = ,8864

F = 4,2456 DF = ( 30, 30,0) Sig. = ,0001 (Test Value = ,0000 )

\* : Notice that the same estimator is used whether the interaction effect  
is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent,  
otherwise ICC is not estimable.

#### Reliability Coefficients

N of Cases = 31,0 N of Items = 2

Alpha = ,7645

### Intraclass Correlation Coefficient (Schülerzentrierung)

Two-Way Mixed Effect Model (Consistency Definition):

People Effect Random, Measure Effect Fixed

Single Measure Intraclass Correlation = ,6393\*

95,00% C.I.: Lower = ,3786 Upper = ,8060

F = 4,5453 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0000 (Test Value = ,0000 )

Average Measure Intraclass Correlation = ,7800\*\*

95,00% C.I.: Lower = ,5493 Upper = ,8926

F = 4,5453 DF = ( 31, 31,0) Sig. = ,0000 (Test Value = ,0000 )

\*: Notice that the same estimator is used whether the interaction effect is present or not.

\*\* : This estimate is computed if the interaction effect is absent, otherwise ICC is not estimable.

Reliability Coefficients

N of Cases = 32,0

N of Items = 2

Alpha = ,7800

## 7.2 Medienwahl (Kap. 9.2.1)

Deskriptive Statistik zu Abb. 20

	Laptop	Fach	Mittelwert	Standardabweichung	N
TAFEL	mit Laptop	Englisch	,9375	1,3742	8
		Deutsch	,5000	,9718	10
		Mathe	1,5000	1,5166	6
		Gesamt	,8958	1,2682	24
	ohne Laptop	Englisch	1,4000	1,3416	5
		Deutsch	1,6875	1,3871	8
		Mathe	5,2143	2,9419	7
		Gesamt	2,8500	2,6462	20
	Gesamt	Englisch	1,1154	1,3253	13
		Deutsch	1,0278	1,2888	18
		Mathe	3,5000	3,0000	13
		Gesamt	1,7841	2,2188	44
LEHRBUCH	mit Laptop	Englisch	1,3125	2,1537	8
		Deutsch	,2000	,6325	10
		Mathe	,3333	,8165	6
		Gesamt	,6042	1,4063	24
	ohne Laptop	Englisch	2,8000	2,1679	5
		Deutsch	,3750	,7440	8
		Mathe	,6429	1,4920	7
		Gesamt	1,0750	1,7189	20
	Gesamt	Englisch	1,8846	2,1999	13
		Deutsch	,2778	,6691	18
		Mathe	,5000	1,1902	13
		Gesamt	,8182	1,5555	44
ARB.HEFT	mit Laptop	Englisch	,1875	,3720	8
		Deutsch	,6500	1,3754	10
		Mathe	,8333	,7528	6
		Gesamt	,5417	,9882	24
	ohne Laptop	Englisch	2,8000	1,9235	5
		Deutsch	2,8125	3,1389	8
		Mathe	6,5714	1,5119	7
		Gesamt	4,1250	2,9194	20
	Gesamt	Englisch	1,1923	1,7505	13
		Deutsch	1,6111	2,5062	18
		Mathe	3,9231	3,2006	13
		Gesamt	2,1705	2,7470	44
OH-PROJ	mit Laptop	Englisch	,3750	,5825	8
		Deutsch	1,7000	2,4404	10
		Mathe	8,33E-02	,2041	6
		Gesamt	,8542	1,7288	24
	ohne Laptop	Englisch	1,0000	1,2247	5
		Deutsch	1,4375	1,5910	8
		Mathe	,0000	,0000	7
		Gesamt	,8250	1,2904	20
	Gesamt	Englisch	,6154	,8934	13
		Deutsch	1,5833	2,0526	18
		Mathe	3,85E-02	,1387	13
		Gesamt	,8409	1,5279	44
COMPUTER	mit Laptop	Englisch	6,0000	1,6690	8
		Deutsch	5,4500	2,3028	10
		Mathe	5,9167	1,2007	6
		Gesamt	5,7500	1,8178	24
	ohne Laptop	Englisch	,0000	,0000	5
		Deutsch	,0000	,0000	8
		Mathe	,0000	,0000	7
		Gesamt	,0000	,0000	20
	Gesamt	Englisch	3,6923	3,2948	13
		Deutsch	3,0278	3,2516	18
		Mathe	2,7308	3,1663	13
		Gesamt	3,1364	3,1868	44



### Multivariate Varianzanalyse zur Medienwahl

#### Box-Test auf Gleichheit der Kovarianzmatrizen <sup>a</sup>

Box-M-Test	73,627
F	1,490
df1	30
df2	941,093
Signifikanz	,045

Prüft die Nullhypothese, daß die beobachteten Kovarianzmatrizen der abhängigen Variablen über die Gruppen gleich sind.

a. Design: Intercept+LAPTOP+FACH+LAPTOP \* FACH

#### Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen <sup>a</sup>

	F	df1	df2	Signifikanz
TAFEL	2,479	5	38	,049
LEHRBUCH	4,271	5	38	,004
ARB.HEFT	9,581	5	38	,000
OH-PROJ	6,779	5	38	,000
COMPUTER	8,191	5	38	,000

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

a. Design: Intercept+LAPTOP+FACH+LAPTOP \* FACH

#### Multivariate Tests<sup>c</sup>

Effekt		Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Signifikanz
Intercept	Pillai-Spur	,930	90,699 <sup>a</sup>	5,000	34,000	,000
	Wilks-Lambda	,070	90,699 <sup>a</sup>	5,000	34,000	,000
	Hotelling-Spur	13,338	90,699 <sup>a</sup>	5,000	34,000	,000
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	13,338	90,699 <sup>a</sup>	5,000	34,000	,000
LAPTOP	Pillai-Spur	,853	39,396 <sup>a</sup>	5,000	34,000	,000
	Wilks-Lambda	,147	39,396 <sup>a</sup>	5,000	34,000	,000
	Hotelling-Spur	5,794	39,396 <sup>a</sup>	5,000	34,000	,000
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	5,794	39,396 <sup>a</sup>	5,000	34,000	,000
FACH	Pillai-Spur	,798	4,650	10,000	70,000	,000
	Wilks-Lambda	,347	4,741 <sup>a</sup>	10,000	68,000	,000
	Hotelling-Spur	1,462	4,824	10,000	66,000	,000
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	1,071	7,494 <sup>b</sup>	5,000	35,000	,000
LAPTOP * FACH	Pillai-Spur	,390	1,695	10,000	70,000	,099
	Wilks-Lambda	,634	1,738 <sup>a</sup>	10,000	68,000	,090
	Hotelling-Spur	,538	1,777	10,000	66,000	,082
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	,455	3,182 <sup>b</sup>	5,000	35,000	,018

a. Exakte Statistik

b. Die Statistik ist eine Obergrenze auf F, die eine Untergrenze auf dem Signifikanzniveau ergibt.

c. Design: Intercept+LAPTOP+FACH+LAPTOP \* FACH

## Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	TAFEL	105,883 <sup>a</sup>	5	21,177	7,605	,000
	LEHRBUCH	28,611 <sup>b</sup>	5	5,722	2,883	,027
	ARB.HEFT	206,161 <sup>c</sup>	5	41,232	13,243	,000
	OH-PROJ	20,484 <sup>d</sup>	5	4,097	1,948	,109
	COMPUTER	362,248 <sup>e</sup>	5	72,450	36,987	,000
Intercept	TAFEL	146,967	1	146,967	52,778	,000
	LEHRBUCH	37,320	1	37,320	18,800	,000
	ARB.HEFT	223,326	1	223,326	71,730	,000
	OH-PROJ	24,574	1	24,574	11,687	,002
	COMPUTER	350,893	1	350,893	179,139	,000
LAPTOP	TAFEL	33,478	1	33,478	12,023	,001
	LEHRBUCH	4,524	1	4,524	2,279	,139
	ARB.HEFT	128,589	1	128,589	41,301	,000
	OH-PROJ	9,067E-02	1	9,067E-02	,043	,837
	COMPUTER	350,893	1	350,893	179,139	,000
FACH	TAFEL	45,105	2	22,553	8,099	,001
	LEHRBUCH	25,225	2	12,613	6,354	,004
	ARB.HEFT	39,082	2	19,541	6,276	,004
	OH-PROJ	17,950	2	8,975	4,268	,021
	COMPUTER	,682	2	,341	,174	,841
LAPTOP * FACH	TAFEL	18,971	2	9,486	3,406	,044
	LEHRBUCH	3,498	2	1,749	,881	,423
	ARB.HEFT	26,363	2	13,182	4,234	,022
	OH-PROJ	1,509	2	,754	,359	,701
	COMPUTER	,682	2	,341	,174	,841
Fehler	TAFEL	105,816	38	2,785		
	LEHRBUCH	75,434	38	1,985		
	ARB.HEFT	118,310	38	3,113		
	OH-PROJ	79,902	38	2,103		
	COMPUTER	74,433	38	1,959		
Gesamt	TAFEL	351,750	44			
	LEHRBUCH	133,500	44			
	ARB.HEFT	531,750	44			
	OH-PROJ	131,500	44			
	COMPUTER	869,500	44			
Korrigierte Gesamtvariation	TAFEL	211,699	43			
	LEHRBUCH	104,045	43			
	ARB.HEFT	324,472	43			
	OH-PROJ	100,386	43			
	COMPUTER	436,682	43			

a. R-Quadrat = ,500 (korrigiertes R-Quadrat = ,434)

b. R-Quadrat = ,275 (korrigiertes R-Quadrat = ,180)

c. R-Quadrat = ,635 (korrigiertes R-Quadrat = ,587)

d. R-Quadrat = ,204 (korrigiertes R-Quadrat = ,099)

e. R-Quadrat = ,830 (korrigiertes R-Quadrat = ,807)

## Mann-Whitney-U-Test (Tafel, Arbeitsheft, Laptop)

Ränge				
	Laptop	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
TAFEL	mit Laptop	24	18,56	445,50
	ohne Laptop	21	28,07	589,50
	Gesamt	45		
ARB.HEFT	mit Laptop	24	15,65	375,50
	ohne Laptop	20	30,73	614,50
	Gesamt	44		
COMPUTER	mit Laptop	24	33,50	804,00
	ohne Laptop	21	11,00	231,00
	Gesamt	45		

Statistik für Test <sup>a</sup>			
	TAFEL	ARB.HEFT	COMPUTER
Mann-Whitney-U	145,500	75,500	,000
Wilcoxon-W	445,500	375,500	231,000
Z	-2,528	-4,077	-6,064
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,011	,000	,000

a. Gruppenvariable: Laptop

## 7.3 Sozialformen (Kap. 9.2.2)

Deskriptive Statistik zu Abb. 21

	Laptop	Fach	Mittelwert	Standardabweichung	N
Gruppenarbeit	mit Laptop	Englisch	2,4375	2,5416	8
		Deutsch	,0000	,0000	9
		Mathe	1,8333	2,9944	6
		Gesamt	1,3261	2,3091	23
	ohne Laptop	Englisch	1,8000	2,4900	5
		Deutsch	1,0556	1,8782	9
		Mathe	,5714	1,5119	7
		Gesamt	1,0714	1,8860	21
	Gesamt	Englisch	2,1923	2,4370	13
		Deutsch	,5278	1,3982	18
		Mathe	1,1538	2,3038	13
		Gesamt	1,2045	2,0974	44
	Partnerarbeit	mit Laptop	Englisch	,5000	,7071
Deutsch			1,3333	1,9203	9
Mathe			,2500	,6124	6
Gesamt			,7609	1,3473	23
ohne Laptop		Englisch	1,4000	2,1909	5
		Deutsch	,9444	1,7401	9
		Mathe	,2143	,5669	7
		Gesamt	,8095	1,5770	21
Gesamt		Englisch	,8462	1,4489	13
		Deutsch	1,1389	1,7889	18
		Mathe	,2308	,5633	13
		Gesamt	,7841	1,4443	44
Einzelarbeit		mit Laptop	Englisch	1,3750	1,0264
	Deutsch		3,7222	1,9861	9
	Mathe		2,9167	1,2813	6
	Gesamt		2,6957	1,7948	23
	ohne Laptop	Englisch	,4000	,8944	5
		Deutsch	,7778	,9718	9
		Mathe	2,0000	1,4142	7
		Gesamt	1,0952	1,2611	21
	Gesamt	Englisch	1,0000	1,0607	13
		Deutsch	2,2500	2,1437	18
		Mathe	2,4231	1,3821	13
		Gesamt	1,9318	1,7441	44
	Lehrervortrag	mit Laptop	Englisch	1,2500	,8452
Deutsch			1,1667	,6124	9
Mathe			1,5833	1,1143	6
Gesamt			1,3043	,8221	23
ohne Laptop		Englisch	,8000	,8367	5
		Deutsch	1,5556	1,0138	9
		Mathe	1,4286	1,5924	7
		Gesamt	1,3333	1,1867	21
Gesamt		Englisch	1,0769	,8378	13
		Deutsch	1,3611	,8368	18
		Mathe	1,5000	1,3385	13
		Gesamt	1,3182	1,0005	44
Unterrichtsgespräch		mit Laptop	Englisch	4,6875	1,7513
	Deutsch		4,5000	1,6008	9
	Mathe		3,5000	2,1909	6
	Gesamt		4,3043	1,8011	23
	ohne Laptop	Englisch	4,8000	1,9235	5
		Deutsch	5,3889	2,2189	9
		Mathe	5,5000	,8660	7
		Gesamt	5,2857	1,7362	21
	Gesamt	Englisch	4,7308	1,7394	13
		Deutsch	4,9444	1,9318	18
		Mathe	4,5769	1,8579	13
		Gesamt	4,7727	1,8187	44

### Multivariate Varianzanalyse zu den Sozialformen

#### Box-Test auf Gleichheit der Kovarianzmatrizen

Box-M-Test	53,425
F	,889
df1	40
df2	1360,596
Signifikanz	,669

Prüft die Nullhypothese, daß die beobachteten Kovarianzmatrizen der abhängigen Variablen über die Gruppen gleich sind.

a. Design: Intercept+LAPTOP+FACH+LAPTOP \* FACH

#### Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen

	F	df1	df2	Signifikanz
Gruppenarbeit	8,756	5	38	,000
Partnerarbeit	3,182	5	38	,017
Einzelarbeit	2,424	5	38	,053
Frontalunterricht	,289	5	38	,916

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

a. Design: Intercept+LAPTOP+FACH+LAPTOP \* FACH

#### Multivariate Tests<sup>a</sup>

Effekt		Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Signifikanz
Intercept	Pillai-Spur	,986	609,560 <sup>a</sup>	4,000	35,000	,000
	Wilks-Lambda	,014	609,560 <sup>a</sup>	4,000	35,000	,000
	Hotelling-Spur	69,664	609,560 <sup>a</sup>	4,000	35,000	,000
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	69,664	609,560 <sup>a</sup>	4,000	35,000	,000
LAPTOP	Pillai-Spur	,352	4,754 <sup>a</sup>	4,000	35,000	,004
	Wilks-Lambda	,648	4,754 <sup>a</sup>	4,000	35,000	,004
	Hotelling-Spur	,543	4,754 <sup>a</sup>	4,000	35,000	,004
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	,543	4,754 <sup>a</sup>	4,000	35,000	,004
FACH	Pillai-Spur	,320	1,717	8,000	72,000	,109
	Wilks-Lambda	,701	1,697 <sup>a</sup>	8,000	70,000	,114
	Hotelling-Spur	,394	1,676	8,000	68,000	,120
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	,285	2,561 <sup>b</sup>	4,000	36,000	,055
LAPTOP * FACH	Pillai-Spur	,266	1,381	8,000	72,000	,219
	Wilks-Lambda	,749	1,363 <sup>a</sup>	8,000	70,000	,228
	Hotelling-Spur	,316	1,344	8,000	68,000	,237
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	,232	2,086 <sup>b</sup>	4,000	36,000	,103

a. Exakte Statistik

b. Die Statistik ist eine Obergrenze auf F, die eine Untergrenze auf dem Signifikanzniveau ergibt.

## Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	Gruppenarbeit	32,370 <sup>a</sup>	5	6,474	1,569	,192
	Partnerarbeit	9,473 <sup>b</sup>	5	1,895	,897	,493
	Einzelarbeit	60,901 <sup>c</sup>	5	12,180	6,622	,000
	Frontalunterricht	20,573 <sup>d</sup>	5	4,115	1,806	,135
Intercept	Gruppenarbeit	69,164	1	69,164	16,763	,000
	Partnerarbeit	25,152	1	25,152	11,914	,001
	Einzelarbeit	146,197	1	146,197	79,484	,000
	Frontalunterricht	1526,220	1	1526,220	669,986	,000
LAPTOP	Gruppenarbeit	,831	1	,831	,201	,656
	Partnerarbeit	,264	1	,264	,125	,726
	Einzelarbeit	27,299	1	27,299	14,842	,000
	Frontalunterricht	9,056	1	9,056	3,976	,053
FACH	Gruppenarbeit	18,509	2	9,255	2,243	,120
	Partnerarbeit	6,503	2	3,251	1,540	,227
	Einzelarbeit	18,825	2	9,413	5,117	,011
	Frontalunterricht	2,167	2	1,083	,476	,625
LAPTOP * FACH	Gruppenarbeit	11,255	2	5,628	1,364	,268
	Partnerarbeit	3,101	2	1,551	,735	,486
	Einzelarbeit	10,504	2	5,252	2,855	,070
	Frontalunterricht	8,158	2	4,079	1,791	,181
Fehler	Gruppenarbeit	156,789	38	4,126		
	Partnerarbeit	80,226	38	2,111		
	Einzelarbeit	69,894	38	1,839		
	Frontalunterricht	86,564	38	2,278		
Gesamt	Gruppenarbeit	253,000	44			
	Partnerarbeit	116,750	44			
	Einzelarbeit	295,000	44			
	Frontalunterricht	1739,500	44			
Korrigierte Gesamtvariation	Gruppenarbeit	189,159	43			
	Partnerarbeit	89,699	43			
	Einzelarbeit	130,795	43			
	Frontalunterricht	107,136	43			

a. R-Quadrat = ,171 (korrigiertes R-Quadrat = ,062)

b. R-Quadrat = ,106 (korrigiertes R-Quadrat = -,012)

c. R-Quadrat = ,466 (korrigiertes R-Quadrat = ,395)

d. R-Quadrat = ,192 (korrigiertes R-Quadrat = ,086)

## Mann-Whitney-U-Test (Einzelarbeit)

## Ränge

	Laptop	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Einzelarbeit	mit Laptop	24	28,10	674,50
	ohne Laptop	21	17,17	360,50
	Gesamt	45		

Statistik für Test<sup>a</sup>

	Einzelarbeit
Mann-Whitney-U	129,500
Wilcoxon-W	360,500
Z	-2,848
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,004

a. Gruppenvariable: Laptop

## 7.4 Handlungsmuster (Kap. 9.2.3)

Deskriptive Statistik zu Abb. 23

	Laptop	Fach	Mittelwert	Standardabweichung	N
Kritische Reflexion	mit Laptop	Englisch	4,5000	1,3093	8
		Deutsch	3,6944	1,4019	9
		Mathe	4,3333	1,6330	6
		Gesamt	4,1413	1,4159	23
	ohne Laptop	Englisch	5,7000	,4472	5
		Deutsch	3,8333	1,4142	9
		Mathe	4,5000	1,6432	6
		Gesamt	4,5000	1,4779	20
	Gesamt	Englisch	4,9615	1,1983	13
		Deutsch	3,7639	1,3679	18
		Mathe	4,4167	1,5643	12
		Gesamt	4,3081	1,4391	43
	Forschend-kreatives Lernen	mit Laptop	Englisch	3,2292	1,1407
Deutsch			3,7500	1,1250	9
Mathe			3,5000	,8367	6
Gesamt			3,5036	1,0419	23
ohne Laptop		Englisch	4,9000	,8216	5
		Deutsch	4,3333	1,1726	9
		Mathe	5,6667	,5164	6
		Gesamt	4,8750	1,0622	20
Gesamt		Englisch	3,8718	1,3038	13
		Deutsch	4,0417	1,1544	18
		Mathe	4,5833	1,3114	12
		Gesamt	4,1415	1,2482	43
Selbständigkeit		mit Laptop	Englisch	3,6250	1,3025
	Deutsch		3,6389	,9110	9
	Mathe		4,1667	1,4720	6
	Gesamt		3,7717	1,1796	23
	ohne Laptop	Englisch	3,9000	1,2450	5
		Deutsch	4,2222	1,5434	9
		Mathe	5,1667	,9832	6
		Gesamt	4,4250	1,3599	20
	Gesamt	Englisch	3,7308	1,2352	13
		Deutsch	3,9306	1,2655	18
		Mathe	4,6667	1,3027	12
		Gesamt	4,0756	1,2939	43
	Eigene Lerninhalte	mit Laptop	Englisch	3,6875	1,6677
Deutsch			3,7222	1,0639	9
Mathe			5,6667	,8165	6
Gesamt			4,2174	1,4911	23
ohne Laptop		Englisch	4,2000	1,2550	5
		Deutsch	4,3333	1,3229	9
		Mathe	5,3333	1,0328	6
		Gesamt	4,6000	1,2628	20
Gesamt		Englisch	3,8846	1,4882	13
		Deutsch	4,0278	1,2063	18
		Mathe	5,5000	,9045	12
		Gesamt	4,3953	1,3868	43
Offenheit		mit Laptop	Englisch	3,7708	1,3509
	Deutsch		4,1667	1,1456	9
	Mathe		5,3333	,5164	6
	Gesamt		4,3333	1,2319	23
	ohne Laptop	Englisch	4,9000	,6519	5
		Deutsch	4,4444	,7265	9
		Mathe	5,5000	,5477	6
		Gesamt	4,8750	,7759	20
	Gesamt	Englisch	4,2051	1,2382	13
		Deutsch	4,3056	,9415	18
		Mathe	5,4167	,5149	12
		Gesamt	4,5853	1,0687	43
	Anschaulichkeit	mit Laptop	Englisch	3,3333	1,3569
Deutsch			3,2222	1,2019	9
Mathe			2,6667	1,5055	6
Gesamt			3,1159	1,3050	23
ohne Laptop		Englisch	3,8000	1,0368	5
		Deutsch	3,6111	1,2444	9
		Mathe	3,6667	1,5055	6
		Gesamt	3,6750	1,2169	20
Gesamt		Englisch	3,5128	1,2199	13
		Deutsch	3,4167	1,2035	18
		Mathe	3,1667	1,5275	12
		Gesamt	3,3760	1,2813	43
Interessantheit		mit Laptop	Englisch	3,0417	,7651
	Deutsch		2,8889	1,1396	9
	Mathe		2,3333	1,0328	6
	Gesamt		2,7971	,9923	23
	ohne Laptop	Englisch	3,8000	,5701	5
		Deutsch	3,2222	1,3489	9
		Mathe	4,0000	,8944	6
		Gesamt	3,6000	1,0834	20
	Gesamt	Englisch	3,3333	,7728	13
		Deutsch	3,0556	1,2234	18
		Mathe	3,1667	1,2673	12
		Gesamt	3,1705	1,1004	43

### Multivariate Varianzanalyse zu den Handlungsmustern

#### Box-Test auf Gleichheit der Kovarianzmatrizen <sup>a</sup>

Box-M-Test	149,959
F	1,426
df1	56
df2	1467,158
Signifikanz	,023

Prüft die Nullhypothese, daß die beobachteten Kovarianzmatrizen der abhängigen Variablen über die Gruppen gleich sind.

a. Design: Intercept+LAPTOP+FACH+LAPTOP \* FACH

#### Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen <sup>a</sup>

	F	df1	df2	Signifikanz
Kritische Reflexion	1,589	5	37	,187
Forschend-kreat. Lernen	1,637	5	37	,174
Selbständigkeit	,460	5	37	,804
Eigene Lerninhalte	1,750	5	37	,147
Offenheit	3,624	5	37	,009
Anschaulichkeit	,553	5	37	,735
Interessantheit	,904	5	37	,489

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

a. Design: Intercept+LAPTOP+FACH+LAPTOP \* FACH

#### Multivariate Tests<sup>c</sup>

Effekt		Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Signifikanz
Intercept	Pillai-Spur	,972	151,199 <sup>a</sup>	7,000	31,000	,000
	Wilks-Lambda	,028	151,199 <sup>a</sup>	7,000	31,000	,000
	Hotelling-Spur	34,142	151,199 <sup>a</sup>	7,000	31,000	,000
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	34,142	151,199 <sup>a</sup>	7,000	31,000	,000
LAPTOP	Pillai-Spur	,478	4,051 <sup>a</sup>	7,000	31,000	,003
	Wilks-Lambda	,522	4,051 <sup>a</sup>	7,000	31,000	,003
	Hotelling-Spur	,915	4,051 <sup>a</sup>	7,000	31,000	,003
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	,915	4,051 <sup>a</sup>	7,000	31,000	,003
FACH	Pillai-Spur	,633	2,115	14,000	64,000	,022
	Wilks-Lambda	,453	2,154 <sup>a</sup>	14,000	62,000	,020
	Hotelling-Spur	1,021	2,187	14,000	60,000	,019
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	,779	3,560 <sup>b</sup>	7,000	32,000	,006
LAPTOP * FACH	Pillai-Spur	,426	1,237	14,000	64,000	,272
	Wilks-Lambda	,609	1,244 <sup>a</sup>	14,000	62,000	,268
	Hotelling-Spur	,583	1,250	14,000	60,000	,266
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	,457	2,088 <sup>b</sup>	7,000	32,000	,074

a. Exakte Statistik

b. Die Statistik ist eine Obergrenze auf F, die eine Untergrenze auf dem Signifikanzniveau ergibt.

c. Design: Intercept+LAPTOP+FACH+LAPTOP \* FACH

## Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	Kritische Reflexion	15,624 <sup>a</sup>	5	3,125	1,620	,179
	Forschend-kreat. L.	27,672 <sup>b</sup>	5	5,534	5,422	,001
	Selbständigkeit	10,881 <sup>c</sup>	5	2,176	1,355	,264
	Eig. Lerninhalte	23,288 <sup>d</sup>	5	4,658	2,998	,023
	Offenheit	15,935 <sup>e</sup>	5	3,187	3,682	,008
	Anschaulichkeit	5,150 <sup>f</sup>	5	1,030	,597	,702
	Interessantheit	11,185 <sup>g</sup>	5	2,237	2,086	,089
Intercept	Kritische Reflexion	801,190	1	801,190	415,441	,000
	Forschend-kreat. L.	731,472	1	731,472	716,637	,000
	Selbständigkeit	693,938	1	693,938	431,988	,000
	Eig. Lerninhalte	824,398	1	824,398	530,565	,000
	Offenheit	897,693	1	897,693	1036,990	,000
	Anschaulichkeit	467,989	1	467,989	271,404	,000
	Interessantheit	422,408	1	422,408	393,928	,000
LAPTOP	Kritische Reflexion	2,574	1	2,574	1,335	,255
	Forschend-kreat. L.	22,195	1	22,195	21,745	,000
	Selbständigkeit	3,922	1	3,922	2,441	,127
	Eig. Lerninhalte	,709	1	,709	,456	,503
	Offenheit	2,812	1	2,812	3,249	,080
	Anschaulichkeit	3,910	1	3,910	2,268	,141
	Interessantheit	8,640	1	8,640	8,058	,007
FACH	Kritische Reflexion	13,154	2	6,577	3,410	,044
	Forschend-kreat. L.	2,440	2	1,220	1,195	,314
	Selbständigkeit	5,768	2	2,884	1,795	,180
	Eig. Lerninhalte	19,557	2	9,779	6,293	,004
	Offenheit	10,389	2	5,194	6,000	,006
	Anschaulichkeit	,995	2	,498	,289	,751
	Interessantheit	,987	2	,494	,460	,635
LAPTOP * FACH	Kritische Reflexion	2,407	2	1,203	,624	,541
	Forschend-kreat. L.	4,963	2	2,481	2,431	,102
	Selbständigkeit	,805	2	,402	,250	,780
	Eig. Lerninhalte	1,776	2	,888	,571	,570
	Offenheit	1,773	2	,887	1,024	,369
	Anschaulichkeit	,733	2	,366	,212	,810
	Interessantheit	3,226	2	1,613	1,504	,235
Fehler	Kritische Reflexion	71,356	37	1,929		
	Forschend-kreat. L.	37,766	37	1,021		
	Selbständigkeit	59,436	37	1,606		
	Eig. Lerninhalte	57,491	37	1,554		
	Offenheit	32,030	37	,866		
	Anschaulichkeit	63,800	37	1,724		
	Interessantheit	39,675	37	1,072		
Gesamt	Kritische Reflexion	885,063	43			
	Forschend-kreat. L.	802,965	43			
	Selbständigkeit	784,563	43			
	Eig. Lerninhalte	911,500	43			
	Offenheit	952,028	43			
	Anschaulichkeit	559,028	43			
	Interessantheit	483,111	43			
Korrigierte Gesamtvariation	Kritische Reflexion	86,980	42			
	Forschend-kreat. L.	65,438	42			
	Selbständigkeit	70,317	42			
	Eig. Lerninhalte	80,779	42			
	Offenheit	47,965	42			
	Anschaulichkeit	68,950	42			
	Interessantheit	50,860	42			

a. R-Quadrat = ,180 (korrigiertes R-Quadrat = ,069)

b. R-Quadrat = ,423 (korrigiertes R-Quadrat = ,345)

c. R-Quadrat = ,155 (korrigiertes R-Quadrat = ,041)

d. R-Quadrat = ,288 (korrigiertes R-Quadrat = ,192)

e. R-Quadrat = ,332 (korrigiertes R-Quadrat = ,242)

f. R-Quadrat = ,075 (korrigiertes R-Quadrat = -,050)

g. R-Quadrat = ,220 (korrigiertes R-Quadrat = ,115)



**Mann-Whitney-U-Test (Offenheit)**

		Ränge		
Laptop		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Offenheit	mit Laptop	24	21,38	513,00
	ohne Laptop	21	24,86	522,00
Gesamt		45		

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

	Offenheit
Mann-Whitney-U	213,000
Wilcoxon-W	513,000
Z	-,898
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,369

a. Gruppenvariable: Laptop

**7.5 Rollenverständnis (Kap. 9.2.4)****Deskriptive Statistik zu Abb. 24**

	Laptop	Fach	Mittelwert	Standardabweichung	N
Kommunikation	mit Laptop	Englisch	3,5625	,8634	8
		Deutsch	2,5556	1,1577	9
		Mathe	3,1667	1,1690	6
		Gesamt	3,0652	1,1109	23
	ohne Laptop	Englisch	3,7000	,9747	5
		Deutsch	3,1667	1,6583	9
		Mathe	3,8333	2,1370	6
		Gesamt	3,5000	1,6303	20
	Gesamt	Englisch	3,6154	,8697	13
		Deutsch	2,8611	1,4226	18
		Mathe	3,5000	1,6787	12
		Gesamt	3,2674	1,3773	43
Individuelle Hilfe	mit Laptop	Englisch	3,3750	1,3025	8
		Deutsch	2,5000	1,0607	9
		Mathe	2,6667	,8165	6
		Gesamt	2,8478	1,1224	23
	ohne Laptop	Englisch	3,8000	1,0368	5
		Deutsch	3,4444	1,3097	9
		Mathe	3,1667	1,4720	6
		Gesamt	3,4500	1,2555	20
	Gesamt	Englisch	3,5385	1,1808	13
		Deutsch	2,9722	1,2541	18
		Mathe	2,9167	1,1645	12
		Gesamt	3,1279	1,2105	43
Schülerzentrierung	mit Laptop	Englisch	3,0833	1,3830	8
		Deutsch	3,1944	1,0590	9
		Mathe	4,6667	1,5055	6
		Gesamt	3,5399	1,4151	23
	ohne Laptop	Englisch	4,3000	,7583	5
		Deutsch	4,0000	1,7321	9
		Mathe	5,8333	,4082	6
		Gesamt	4,6250	1,4498	20
	Gesamt	Englisch	3,5513	1,2988	13
		Deutsch	3,5972	1,4530	18
		Mathe	5,2500	1,2154	12
		Gesamt	4,0446	1,5165	43

**Multivariate Varianzanalyse zum Rollenverständnis****Box-Test auf Gleichheit der Kovarianzenmatrizen<sup>a</sup>**

Box-M-Test	66,959
F	1,707
df1	30
df2	1995,831
Signifikanz	,010

Prüft die Nullhypothese, daß die beobachteten Kovarianzenmatrizen der abhängigen Variablen über die Gruppen gleich sind.

a. Design: Intercept+LAPTOP+FACH+LAPTOP \* FACH

**Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen<sup>a</sup>**

	F	df1	df2	Signifikanz
Kommunikation	2,735	5	37	,034
Individuelle Hilfe	,304	5	37	,907
Schülerzentrierung	2,007	5	37	,100

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

a. Design: Intercept+LAPTOP+FACH+LAPTOP \* FACH

Multivariate Tests<sup>c</sup>

Effekt		Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Signifikanz
Intercept	Pillai-Spur	,944	197,560 <sup>a</sup>	3,000	35,000	,000
	Wilks-Lambda	,056	197,560 <sup>a</sup>	3,000	35,000	,000
	Hotelling-Spur	16,934	197,560 <sup>a</sup>	3,000	35,000	,000
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	16,934	197,560 <sup>a</sup>	3,000	35,000	,000
LAPTOP	Pillai-Spur	,179	2,550 <sup>a</sup>	3,000	35,000	,071
	Wilks-Lambda	,821	2,550 <sup>a</sup>	3,000	35,000	,071
	Hotelling-Spur	,219	2,550 <sup>a</sup>	3,000	35,000	,071
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	,219	2,550 <sup>a</sup>	3,000	35,000	,071
FACH	Pillai-Spur	,395	2,951	6,000	72,000	,012
	Wilks-Lambda	,631	3,024 <sup>a</sup>	6,000	70,000	,011
	Hotelling-Spur	,545	3,089	6,000	68,000	,010
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	,457	5,481 <sup>b</sup>	3,000	36,000	,003
LAPTOP * FACH	Pillai-Spur	,032	,193	6,000	72,000	,978
	Wilks-Lambda	,969	,188 <sup>a</sup>	6,000	70,000	,979
	Hotelling-Spur	,032	,183	6,000	68,000	,981
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	,027	,326 <sup>b</sup>	3,000	36,000	,807

a. Exakte Statistik

b. Die Statistik ist eine Obergrenze auf F, die eine Untergrenze auf dem Signifikanzniveau ergibt.

c. Design: Intercept+LAPTOP+FACH+LAPTOP \* FACH

## Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	Kommunikation	8,267 <sup>a</sup>	5	1,653	,857	,519
	Individuelle Hilfe	8,483 <sup>b</sup>	5	1,697	1,183	,336
	Schülerzentrierung	35,760 <sup>c</sup>	5	7,152	4,350	,003
Intercept	Kommunikation	453,565	1	453,565	235,016	,000
	Individuelle Hilfe	407,933	1	407,933	284,441	,000
	Schülerzentrierung	714,202	1	714,202	434,431	,000
LAPTOP	Kommunikation	2,275	1	2,275	1,179	,285
	Individuelle Hilfe	3,969	1	3,969	2,767	,105
	Schülerzentrierung	11,548	1	11,548	7,025	,012
FACH	Kommunikation	5,250	2	2,625	1,360	,269
	Individuelle Hilfe	3,569	2	1,785	1,244	,300
	Schülerzentrierung	22,470	2	11,235	6,834	,003
LAPTOP * FACH	Kommunikation	,542	2	,271	,140	,869
	Individuelle Hilfe	,610	2	,305	,213	,809
	Schülerzentrierung	,390	2	,195	,119	,889
Fehler	Kommunikation	71,408	37	1,930		
	Individuelle Hilfe	53,064	37	1,434		
	Schülerzentrierung	60,828	37	1,644		
Gesamt	Kommunikation	538,750	43			
	Individuelle Hilfe	482,250	43			
	Schülerzentrierung	800,007	43			
Korrigierte Gesamtvariation	Kommunikation	79,674	42			
	Individuelle Hilfe	61,547	42			
	Schülerzentrierung	96,588	42			

a. R-Quadrat = ,104 (korrigiertes R-Quadrat = -,017)

b. R-Quadrat = ,138 (korrigiertes R-Quadrat = ,021)

c. R-Quadrat = ,370 (korrigiertes R-Quadrat = ,285)

**Mann-Whitney-U-Test (Schülerzentrierung)****Ränge**

	Laptop	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Schülerzentrierung	mit Laptop	24	18,04	433,00
	ohne Laptop	21	28,67	602,00
	Gesamt	45		

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

	mean schülerze ntriert
Mann-Whitney-U	133,000
Wilcoxon-W	433,000
Z	-2,727
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,006

a. Gruppenvariable: Laptop