

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 mütter-

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